

神奈川県

自然環境保全センター研究企画部研究連携課

平成 26 年度神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課

業 務 報 告

No. 47

平成 27 年 9 月

目 次

1 企画調整業務

1-1 企画調整業務の概要-----	1
--------------------	---

2 研究業務

2-1 平成26年度試験研究体系図-----	3
------------------------	---

2-2 研究業務の概要-----	4
------------------	---

2-3 個別研究の年次実績

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明－総括－	14
--	----

Aa. ブナ林の大気環境解析-----	17
---------------------	----

Ab. 丹沢山地の風況解析-----	22
--------------------	----

Ac. ブナ林の水分生理調査（水ポテンシャル調査）-----	25
--------------------------------	----

Ad. ブナ林の生理生態調査（樹液流と水分計測）-----	27
-------------------------------	----

Ae. ブナ林の生理生態調査（水欠差調査）-----	29
----------------------------	----

Af. ブナ林のストレス診断調査-----	31
-----------------------	----

Ag. ブナ林立地環境モニタリング - 土壌侵食モニタリング - -----	36
--	----

Ah. ブナハバチ成虫モニタリング-----	39
------------------------	----

Ai. ブナハバチ繭モニタリング-----	41
-----------------------	----

B. ブナ林生態系の再生技術の改良

Ba. 大規模ギャップ森林再生試験-----	43
------------------------	----

Bb. ブナハバチ防除試験-----	45
--------------------	----

Bc. 丹沢山地森林変遷解析-----	47
---------------------	----

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

A. 水源林の施業技術の改良

Aa. 水源林整備地のモニタリング-----	50
------------------------	----

Ab. 人工林の針広混交林化調査-----	53
-----------------------	----

B. 対照流域法による総合モニタリング－総括－

Ba. 観測施設保守・改良-----	59
--------------------	----

Bb. 大洞沢モニタリング調査-----	61
----------------------	----

Bc. 貝沢モニタリング調査-----	67
---------------------	----

Bd. スタノ沢モニタリング調査-----	71
-----------------------	----

Be. フチヂリ沢モニタリング調査-----	75
------------------------	----

Bf. 水循環基礎調査（スタノ沢試験流域の表流水の水質調査）-----	79
-------------------------------------	----

Bg. 水循環基礎調査（試験流域の水文調査）-----	85
-----------------------------	----

Bh. 水生生物調査-----	91
-----------------	----

Bi. 水循環モデル-----	94
-----------------	----

Bj. 水源施策の総合評価のための情報整備-----	99
C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握—総括—	101
Ca. 植物-----	104
Cb. 土壌動物-----	106
Cc. 昆虫-----	108
Cd. 鳥類-----	110
Ce. 小型哺乳類-----	112
Cf. 大型哺乳類-----	113
D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化	
Da. スギ・ヒノキ花粉発源地域推定事業-----	115
Db. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究-----	122
 (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術開発	
A. シカと森林の一体的管理の推進手法開発-----	125
B. ブナ林におけるシカ管理手法開発-----	128
C. シカによる植生影響モニタリング-----	130
 3 関連業務	
3-1 林木育種事業-----	134
3-2 水源広葉樹苗木育成事業-----	136
3-3 林業技術現地適応化事業-----	136
3-4 試験林整備事業-----	136
 4 諸活動	
4-1 依頼調査と指導-----	137
4-2 講師派遣-----	139
4-3 委員会・研究会-----	141
4-4 発表・報告-----	143
 5 予算内訳	
5-1 主な研究・事業費の予算内訳-----	148
 6 共同研究・連携機関	
6-1 主な共同研究・連携機関の一覧-----	149

1 企画調整業務

平成26年度における要研究問題の把握、研究課題の設定調整など研究連携課に係る企画関連業務は次のとおりである。

1-1 企画調整業務の概要

(1) 自然環境保全センター研究成果報告会の開催

開催月日	平成27年2月27日（金）
開催場所	横浜市開港記念会館6号室
参加者	100名
報告事項	<ul style="list-style-type: none">・水源林の再生とは・水源林整備の意義と整備の効果や課題・水源林整備と下流への水や土の流出の関係・水源林の整備と生息する生きものの関係・学識者による講評

(2) 平成27年度試験研究課題の調整

平成27年度試験研究課題として関係各機関から提起された要試験研究問題の総数は延べ7件、提案機関数は4機関であった。それぞれの要研究問題について、自然環境保全センター研究推進協議会にて調整したところ、要研究問題への対応については、すでに研究課題として実施ないし実施中のもの2件、調査指導対応のもの3件、調査指導対応および実施不可のもの1件、現地対応のもの1件となった。

(3) 農林水産技術会議の開催

研究目標の設定、評価および結果の伝達、共同研究の推進等試験研究活動の充実を図るため、学識経験者等による農林水産技術会議を開催した。

開催月日	開催場所	検討課題名	委員
平成26年9月25日	自然環境保全センター レクチャールーム	第三期ブナ林衰退機構解明プロジェクトの研究推進について	伊豆田猛 谷 晋 越地 正

(4) 研究推進支援研修の開催

プロジェクト研究等重点的な研究推進のため、外部有識者からの指導・助言を受けることにより研究員の研究能力向上を図る研修を実施した。

開催月日	開催場所	検討課題名	委員
平成 26 年 6 月 26 日	プロミティあつぎ	温暖化による日本の森林への影響— とくにブナ林分布への影響について	松井哲哉

2 研究業務

自然環境保全センター研究連携課

2-1 平成 26 年度試験研究体系図

●丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

○丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発 重★

- ・ 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明 (H18～) ★
- ・ ブナ林生態系の再生技術の改良 (H19～) ★
- ・ ブナ林におけるシカ管理手法開発 (横断課題) (H22～26) ★

●水源林など公益性の高い森林再生技術開発

○効果的な水源林の整備に関する研究開発 重★

- ・ 水源林の施業技術の改良 (H19～) ★
- ・ 対照流域法による総合モニタリング (H19～) ★
- ・ 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握 (H25～) 新
- ・ スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化 (H22～26) ★
- ・ スギ・ヒノキ花粉量の予測調査 (H21～30)

○野生動物と共存できる森林管理技術開発 重★

- ・ シカ森林管理一体的推進手法の開発 (H24～28) ★24
- ・ ブナ林におけるシカ管理手法開発 (再掲) (H22～26) ★
- ・ シカ生息環境モニタリング (H24～) ★

関連事業

林木育種事業 (S32～)

水源広葉樹苗木育成事業 (H21～30)

林業技術現地適応化事業 (H22～27)

【注】 ●：研究開発の方向、○：研究課題、・：小課題

重：プロジェクト型の重点課題

新：新規研究課題

政：政策課題

★：要試験研究問題対応課題

24：平成 24 年度に要試験研究問題として提案されたもの (実施中課題を含む)

2-2 研究業務の概要

農林水産関係試験研究推進構想（森林等自然環境の部）に基づき、3つの研究テーマを柱として、主にプロジェクト研究形式により各個別研究を推進した。

○3つの研究の柱と平成26年度の研究プロジェクトの概要

1 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

丹沢大山自然再生計画の推進にかかる試験研究として、研究プロジェクト「丹沢山地におけるブナ林の衰退原因解明とその再生技術に係る研究開発」を中心に実施した。本年度は第3期研究期間（H24-28）の3年目であり、今期は気象・オゾンを始めとする立地環境モニタリング、大気汚染・ブナハバチ等の複合的要因による衰退・枯死の機構解明、各種再生実証技術開発の3つの柱で個別研究を進め、大気・気象観測施設のメンテナンスによりモニタリングを進めるとともに、衰退機構解明では、風のシミュレーションを実施した。また水ストレスの実態解明のため水欠差調査、動管径等の調査を実施するとともに、発現遺伝子によるストレス診断を実施した。またブナハバチのモニタリングと防除技術開発として薬剤注入試験を実施した。

2 効果的な水源林の整備に関する研究開発

かながわ水源環境保全・再生施策の推進にかかる試験研究として、第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（H24-28）に基づいて研究プロジェクトを継続実施した。

水源林の施業技術の改良として、平成14年度から実施している水源の森林づくり事業の整備地のモニタリング調査を、平成26年度は7か所34試験区において3回目のモニタリング調査を行った。

対照流域法による総合モニタリングとして、県内4か所の試験流域におけるモニタリング調査を継続し、そのうち整備が済んでいる3か所（大洞沢、貝沢、ヌタノ沢）では整備後の短期的効果検証を行った。大洞沢における植生保護柵の設置（シカの管理）による水や土砂の流出への効果は、整備後3年目までのデータ解析結果では明瞭でなかったが、植生保護柵内のもともと下層植生のあった場所では植生現存量が増加するなど流域全体として下層植生回復途上であることが確認できた。また、下層植生の豊富な貝沢で群状伐採・搬出を行った前後での下流への水や土砂の流出の変化は、整備後2年目においても明瞭でなく、溪流沿いの地表かく乱に配慮したことで一般的にみられる整備による負の影響を抑制できたと考えられた。ヌタノ沢においては、植生保護柵設置後1年目の下層植生状態や水や土砂の流出データを取得した。

スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化では、無花粉スギ発現率向上、雄花の着花量の直接観察による花粉飛散量の予測などの取組みを進めた。

3 野生生物と共存できる森林管理技術開発

第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画及び第2期丹沢大山自然再生計画（H24-28）では、保全・再生施策の推進にかかる試験研究として、研究プロジェクト「シカ森林管理一体的推進手法の開発」を事業実施部門と連携して立ち上げた。

平成26年度は、水源林の施業地におけるシカ捕獲後の植生回復を検証するために、前年度に引き続き水源林等の12か所44地点7捕獲実施地の植生や、センサーカメラによるシカの利用状況を調査した。また、水源林以外の広葉樹林の11地域で、植生保護柵の柵内外をセットとした定点モニタリングを実施した。あわせて丹沢山地東部において累積利用圧調査とモデル地区内現存量調査を実施した。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明－総括－

丹沢大山自然再生計画の掲げるブナ林の再生を目指して総合的な技術指針を構築するために、気

象・オゾンを始めとする立地環境モニタリング、大気汚染・ブナハバチ等の複合的要因による衰退・枯死の機構解明、各種再生実証技術開発の3つの柱で個別研究をすすめている。第3期プロジェクトの3年目にあたり、衰退原因の解明を中心にこれまでの成果をとりまとめて研究成果評価部会を実施し学識経験者等から評価を受けた。

個別課題では、丹沢4箇所でのオゾン等の大気・気象観測によりモニタリング、風のシミュレーションを実施した。また水ストレスの実態解明のため水欠差調査、導管径等の調査を実施するとともに、発現遺伝子によるストレス診断を実施した。またブナハバチのモニタリングと防除技術開発として薬剤注入試験を実施した。

Aa. ブナ林の大気環境解析

平成26年度は、軽量かつ低消費電力の小型紫外吸光式小型オゾン計の実用性試験と気象モデルを活用して、丹沢山地におけるオゾン高濃度時の風速場の解析を行った。並行測定の結果、小型オゾン計は既存のオゾン計と両者の相関は良好で安定的に十分な精度でオゾン濃度を測定できることがわかった。また丹沢山地における移動観測を行い、檜洞丸での山頂付近の尾根線の前後でオゾン濃度と気温が急激に変化する様子が観測された。

丹沢山地におけるオゾン高濃度時の風速場の解析では、オゾン高濃度日の海老名の風向風速の特徴は深夜から朝にかけて風速は弱く、朝から正午にかけて徐々に風速は増す。午前中は風向は定まっていない。午後には風速が約4 m/sになり、風向は南寄りの風向が卓越しており相模湾からの海風が侵入していることを示唆した。夕方から夜にかけては再び風速は弱まる。一方、犬越路では、観測とモデル計算との差異が大きく、特に、静穏の頻度が大きく異なり、山岳の気象観測結果は、複雑な地形から作り出される局所的な山谷風に影響されるため、オゾンのような広域汚染物質の挙動を解析する場合は注意が必要となることが明らかになった。

Ab. 丹沢山地の風況解析

丹沢におけるブナ衰退の要因解明を大気環境の視点から明らかにすることを目的として、今年度は、丹沢山地の風衝地の解析を行った。丹沢山地は、急峻な地形により斜面上昇気流が発達し、風速が強い風衝地が点在していることが知られている。まず、オープンソースのGUIであるHELYX-OSを用いて地形データを作成し、汎用流体ソフト（OpenFOAM）を用いて、丹沢山地の風況を再現し、風の解析を行った。風向は、丹沢山地で出現頻度が高い南風と南西風の2風向について地形を作成した。過去の観測データなどを参考に流入風速を10m/sとした。南風、南西風ともに、山頂付近でせん断応力が強く、丹沢山などの草地化が進んでいるエリアと一致した。

Ac. ブナ林の水分生理調査（水ポテンシャル調査）

ブナ林の衰退における水ストレス影響を検討するため、檜洞丸に生育するブナの枝の木部構造を解剖学的視点から明らかにし、水分通洞能力とブナハバチ食害との関係を調査した。今回の調査からは、ブナハバチ食害の程度およびその履歴と、道管径、年輪幅、年輪面積、年輪幅の相対成長率、年輪面積の相対成長率等に明確な関係は見いだせなかった。食害履歴がなく健全に見える個体でも食害個体と同様に細い径の道管の割合が高い場合があり、食害以外の大気汚染や水ストレス影響が道管径を短縮させる要因として働いている可能性がある。

Ad. ブナ林の生理生態調査（樹液流と水分計測）

樹液流は蒸散の活発となる昼間に上昇し、蒸散が低下する夜間に低く、3 個体ともほぼ同期した日変化を示した。水分計については日中の蒸散の盛んとなる樹液流の上昇に伴い水分が著しく減少する日と水分の低下がそれほど顕著でない日が認められ、個体ごとに異なる状況が認められた。すなわち、樹液流の上昇とともに水分が低下する期間について、個体ごとの水ストレスを評価した。その結果、No.1の

個体については、7月25日を除く7月19日から7月29日までの期間、No.2については7月28日を除く7月27日から7月31日までの期間、またNo.4については7月25日と7月28日を除く7月24日から7月31日までの期間であった。このことから、期間の日数から個体毎の水ストレスを相対的に評価すると、No.1 > No.4 > No.2 順となった。

Ae. ブナ林の生理生態調査（水欠差調査）

丹沢山地内の5ヶ所で平成26年の7月23日（1回目）、8月20日（2回目）および9月11日（3回目）にブナ葉の水欠差を測定した。その結果、7月23日は犬越路、丹沢山、檜洞丸、菰釣山、三国山、堂平の順に、また8月20日は犬越路、檜洞丸、丹沢山、菰釣山、三国山、堂平の順にそれぞれ水欠差が高かった。しかし、9月11日の結果は、犬越路と丹沢山については全2回同様に値は高かったが、檜洞丸については、菰釣山、三国山や堂平と同じ程度に低くなり、前2回とは状況が異なった。この要因として、調査時の天候が全2回に比較して不順であったことが考えられた。

Af. ブナ林のストレス診断調査

これまで丹沢ブナの衰退要因として、大気汚染物質、ブナハバチ食害、水ストレス等の影響が推定されているが状況証拠に基づく演繹的な推論であった。そこでゲノム網羅的な発現遺伝子解析による環境ストレス診断として、檜洞丸と丹沢山の衰退個体と健全個体の発現遺伝子について、ブナ専用開発されたDNAマイクロアレイ法により解析を行った。主成分分析による環境ストレス評価では、丹沢山系檜洞丸と丹沢山のブナ林は共に酸化酸性化の影響をうけて葉の健全性が低下して樹勢を衰えさせていると考えられた。これに対し乾燥化影響のスコア値は低い値となった。

Ag. 土壌侵食モニタリング

東京農工大学との共同研究により、平成17、18年度に試験施工した土壌保全対策工についてモニタリングを継続し対策工の評価を行った。ほとんどの対策工で林床合計被覆率が95～100%に達した平成22年（設置後4～5年）以降も林床合計被覆率は100%近い値で推移し、また、これまでの8～9年間の継続調査により土壌侵食軽減効果が経年により増加する対策工（植生保護柵など）や低下する対策工（土嚢工など）があきらかになり、対策工ごとの特性が整理された。

土壌侵食量や下流への土壌流出の評価にあたり、降雨条件をより詳細に検討するため、樹冠遮断損失率を調べたところ、堂平地区の樹冠遮断損失率は国内の他地域の事例と比べて低い値であったが、立木密度や雨量の多寡といった条件の相違によるものと考えられた。

堂平沢とワサビ沢の流域について、下流での濁度の発生を継続調査し、流域スケールで経年変化を評価したところ、流域内の林床植生被覆率は増加傾向、斜面の土壌侵食量は横ばいまたは減少、下流の浮遊土砂流出量についてはワサビ沢では横ばいまたは増加、堂平沢では減少傾向であった。

Ah. ブナハバチ成虫モニタリング

当年のブナハバチ食害の事前予測を目的に、丹沢山地6地点（三国山、菰釣山、大室山、檜洞丸、丹沢山、天王寺尾根）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、大規模な食害が発生し、ブナ展葉フェノロジー調査を実施している檜洞丸では展葉期の雌成虫捕獲量から当年の食害量の予測を試みた。2014年の雌成虫捕獲数は地点により平均で0～305個体と大幅な差があり、全地点とも被食規模の小さかった2012年と同程度かそれより少なかった。檜洞丸の展葉期の雌成虫捕獲数は小～中規模の被食であった2010年や2012年と同程度の捕獲数であり、2014年の被食は小～中規模であることが事前に予測され、実際に目立った被食は観察されず小規模に留まった。

Ai. ブナハバチ繭モニタリング

潜在的な被食発生リスク評価を目的に、昨年に引き続き三国山、菰釣山、大室山、檜洞丸、丹沢山において繭密度のモニタリング調査を実施した。食害の規模が小さい三国山と菰釣山では、繭密度がこれまでと同様に低密度で推移した一方、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た。繭密度は檜洞丸では依然として上昇傾向にあり、2014年は782個/㎡とこれまでの最高値を記録した。大室山では311個/㎡へと減少したが、コドラート中央に位置する太いブナの枯死が影響したと考えられる。これまで200個/㎡前後を横ばいで推移していた丹沢山では382個/㎡に上昇し、今後の同行を注意深く観察する必要がある。これら3地点では被食発生リスクが依然として高い可能性がある。

B. ブナ林生態系の再生技術の改良

Ba. 大規模ギャップ森林再生試験

ブナ等樹木が集団枯死したササ草原で森林再生の可能性を検討するために、ギャップの大きさを変えた複数の試験地を設定し、林床植生と更新木を調査した。ササ草原の「竜ヶ馬場」と「不動ノ峰」の2か所での調査では、当年生実生の樹高は竜ヶ馬場では処理区間による明瞭な差異を見いだせなかったが、不動ノ峰では柵内外で樹高の差異があり、柵内では刈取りと無処理区が20cmであったのに対し、刈取り+播種の交互区は12cmであった。

Bb. ブナハバチ防除試験

ブナ林衰退が進む丹沢山地の高標高域ではブナハバチの被食の軽減対策が求められている。今年度は、長野県林業総合センターとサンケイ化学株式会社との共同研究により、神奈川県厚木市七沢と長野県塩尻市片丘の苗畑に生育するブナ若木を対象とした薬剤の樹幹注入試験を実施した。具体的には展葉直前のブナ樹幹に薬剤を注入し、産卵期にあたる展葉期に袋がけして成虫を放虫した。その結果、産卵は注入木においても妨げられることはなかったが、葉に産み付けられた卵は大部分が黒く変色して死亡し、一部孵化した幼虫もすべて死亡した。注入木の枝を水さしして3~4齢幼虫を飼育すると大部分が死亡するか麻痺した。高い防除効果が得られた一方、葉の変色などの可視傷害は観察されず樹体影響は軽微であり、現地のブナ成木に適用できる可能性が高い。

Bc. 丹沢山地森林変遷解析

ブナ林保全マップの調整に資する情報を得ることを目的として、衰退が進む丹沢高標高の森林変遷について2010年代の最新の空中写真を解析し、時空間的特性を明らかにした。ブナ林の衰退が顕著であるとされる稜線部においては1970年代と2000年代、2010年代の土地被覆データを用いて、草地・裸地化の時系列変化を分析した。稜線部において草地・裸地は1970年代から比較的多く存在していた。檜洞丸周辺や蛭ヶ岳から丹沢山にかけての稜線部では1970年代から2000年代にかけて草地・裸地化が拡大しており、2010年代ではさらにその範囲を広げていることが明らかとなった。

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

A. 水源林の施業技術の改良

水源林整備事業の施業効果の検証と施業技術を検討するために、過年度と同様に水源林整備地の植生モニタリングとセンサーカメラによる動物の利用状況調査、人工林における群状間伐と点状間伐による針広混交林化調査を実施した。

Aa. 水源林整備地のモニタリング

7か所の計34試験区で下層植生の植被率と現存量、土壌移動量、シカの利用状況を調べ、過年度のデ

ータと比較した。植被率を2時点で比較すると、人工林の4試験区（柵内外2セット）のうち柵内外の2試験区では変化なく、残りの2試験区では減少した。広葉樹林の6箇所における2時点の変化では、柵内の植被率は前回よりも微増傾向を示したが、柵外では変化しなかった。草本層の現存量は柵外においても微増していた。

Ab. 人工林の針広混交林化調査

水源林整備事業地のうち針広混交林を目標林型とする人工林を対象として、群状間伐地と点状間伐地における高木性樹木の侵入状況を調査した。群状間伐地では、更新木の種数は植生保護柵内で20種、柵外では12～13種であり、柵内で多かった。更新木の密度も柵内で高かった。全体として密度の高かった樹種はフサザクラとイヌシデ、アカメガシワ、カラスザンショウなどの先駆樹種とスギであった。点状間伐地では、調査した23林分において高木性樹木は48種が認められた。そのうち出現頻度が高かったのはエノキやアラカンなどであり、ヤマグワといった先駆樹種の種数は少なく、耐陰性の高い樹種が多い傾向があった。

B. 対照流域法等による総合モニタリング —総括—

第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく森林における施策の効果検証のために、第1期に整備した県内4か所の試験流域においてモニタリング調査を継続した。第2期5か年の3年目となり、現地でのモニタリングを着実に実行し短期的な成果をまとめるとともに、実行5か年計画の改訂作業の本格化に先立ち、成果の公表を行った。プロジェクト全体を推進するための実務レベルの全体会議は1月に開催し、分野別の部会については、水・土砂分野、水生生物分野それぞれ1回開催した。特に水・土砂分野部会では、大学等への委託をせず研究連携課の研究者がモニタリング調査を実施しているヌタノ沢、フチゼリ沢の調査結果を報告し学識者の助言を受けた。また、2月には一般県民を対象とした成果報告会を開催し、これまで得られた成果から水源林整備の現時点の検証結果について研究者が概要を発表した。

Ba. 観測施設保守・改良

県内4か所の試験流域について、気象・水文観測施設の維持管理・改良等を13件実施した。平成26年2月の大雪の影響を受けて、年度はじめに大洞沢と貝沢では施設修繕を行った。施設改良に関しては、フチゼリ沢の濁度センサーを測定レンジの大きいものに交換した。また、平成26年度から植生保護柵の保守管理関係の業務が増え、柵の補強・修繕に加え、センサーカメラによる監視を開始した。例年のように実施している量水堰の土砂の浚渫については、豪雨がすくなかったため貝沢のみの実施となった。

Bb. 大洞沢モニタリング調査

植生保護柵設置による水収支や流出特性、土砂動態に与える変化について、東京大学及び東京農工大学との共同研究により検証した。各調査とも基本的なモニタリングと解析を継続するとともに、水流出に関しては洪水時の流出逓減解析、水質に関しては硝酸態窒素濃度に着目した解析を行ったところ、水量・水質関係の植生保護柵設置前後の変化は現時点ではデータからは検出できなかった。植生保護柵内の植生変化については、昨年同様に裸地の植生回復には至っていないが不嗜好性種が繁茂する箇所では現存量がさらに増加しており流域全体では植生回復途上であることが確認できた。また、斜面から流路にかけての土砂の生産・堆積状況を把握する手法として新たにデジタルカメラを用いた微地形判読を行い、汎用性がたかく土砂移動特性を把握できる手法であることが確認された。流域末端の量水堰における流出土砂の時系列変化から、現時点では植生保護柵設置前後の流出土砂量に明瞭な違いは見られなかった。

Bc. 貝沢モニタリング調査

平成 24 年度に行われた間伐と木材搬出の前後における水流出と有機物（窒素）の動態の短期的変化について東京農工大学との共同研究により検証を行った。水文観測データを精査して間伐前後の年間流出量、直接流出量の変化を求めたところ、年間流出量は 113～115mm 増加、直接流出量は年間－2.6～3.0mm の変化であったことから、年間流出量の増加分の多くが基底流出成分と考えられた。また、濁度測定データによる浮遊土砂濃度の変化は明瞭でなかった。有機物の動態は、間伐直後（当年）にリターフォール等の林地への供給量、溪床堆積有機物が増大したが、その後は著しい変化は見られなかった。林地の土壌の有機物分解については、群状伐採区と定性間伐区で整備をしなかった対照区に比べて窒素無機化速度や浸透移動速度が大きくなった。特にヒノキ林で顕著な違いが見られ、スギ林ではあまり差が明瞭でなかった。

Bd. ヌタノ沢モニタリング調査

平成 26 年 4 月に植生保護柵が完成したヌタノ沢において、基本的な気象・水文観測を継続するとともに、植生保護柵設置効果を検証するための各種調査、とりまとめを行った。2014 年の年間降水量は例年より少ない 1989.5mm であり、A 沢の量水堰では越流の見られない期間が多くなった。2012～2014 のデータから年間降水量のうち河川水として下流に流出する割合は、B 沢で 62～68%、A 沢で 17～35% と差があったが、年間の直接流出量は A 沢と B 沢に大きな違いがなかったことから、基底流出に差があると考えられた。また、平成 25 年度に採取した土壌サンプルのセシウム濃度を分析したところ、尾根部のスギ林で濃度が高くなっていた。

Be. フチヂリ沢モニタリング調査

平成 23 年度に観測施設を整備したフチヂリ沢において、基本的な気象・水文観測を継続し、平水時と出水時の流量・水質観測を行った。2014 年の年間降水量は 2437 mm であり、平水時の流量測定結果は、これまでと同様にクラミ沢よりもフチヂリ沢のほうが流量が多く、フチヂリ沢では上流から下流になるに従い流量が増加したがクラミ沢では明瞭でなかった。出水時の流量観測は、いずれも降雨終了後となったが平成 26 年 10 月 6 日、14 日に行った。9 月と 12 月の平水時の水質を分析したところ、フチヂリ沢とクラミ沢の違い・季節による相違・流域内の定点ごとの相違・H25 水質との相違はいずれも明瞭でなかった。また、出水後に溪流踏査により土砂移動の概況を把握したところ、ところどころに枝葉等の流下物の堆積はみられるものの大きな変化は見られなかった。

Bf. 水循環基礎調査（ヌタノ沢試験流域の表流水の水質調査）

西丹沢の試験流域「ヌタノ沢」は、シカの採食被害が顕著で、林床植生が乏しい。シカ柵を設置した A 沢、対照流域の B 沢および周辺地点で、想定される森林下層植生の回復に伴う渓流水質の変化を把握するため、2011 年度からモニタリングしている。調査項目は、水温、pH、電気伝導度、Cl⁻などの陰イオン、Ca²⁺等の陽イオン、大気汚染由来或いは富栄養化と関連する NO₃⁻および SO₄²⁻、および流量である。

実験流域の A 沢、対照流域の B 沢の上流部の水質を比較すると、両者ともに相似したイオン構成、濃度を示し、年間の濃度レベルは安定している。なお、A 沢は、普段の沢水が流程の途中で堰の堆積中に流水が覆没してしまうことが多く、下流では濁水時は水質にばらつきが生じている。また、両沢とも、10 月（洪水時）の水質は変動が大きい。洪水直後（10/8）の電気伝導度の低減が示すように、流量増加に伴う希釈が観測された。

4 年間のヌタノ沢、周辺地点および降水の水質をみると、SO₄²⁻の減少傾向が確認されるなど、外部要因の影響とも考えられ、引き続き注意深くモニタリングする必要がある。

Bg. 水循環基礎調査（試験流域の水文調査）

4 試験流域の内、大学への委託研究の範疇から外れている貝沢下流、フチヂリ沢・クラミ沢およびヌ

タノ沢について、シカ柵設置や間伐などの施業に伴う流況変化をモニタリング調査した。調査は、現地踏査で流域の水文地質を把握し、流程に沿った流出状況および年間、降雨時の流出状況を観測した。貝沢は、地質が小仏層（中生代の堆積物）と比較的厚い土壌が特徴で、上流（No.4）と下流（No.5）の比流量は両者とも同様の値が観測された。このことから、下流でも流域全体の流況を把握できることが分かった。クラミ沢・フチジリ沢は、両沢共に傾斜変換点の湧水によって賄われている。しかし、流域を構成する溶岩と不透水性地盤の分布・構成が異なることもあって、両沢の流出状況に差が認められ、フチジリ沢の方が流量、変動量ともに大きい。ヌタノ沢は洪水時の流量はA沢、B沢共に大きな差はないが、無降雨時にはA沢の方が低減が著しく、B沢の方が安定している。過去4年間の観測結果によれば、年間流量に変動があって、最近の2年間は降水量が少なめで、これを反映して流量が少ない。今後は、モニタリング地点の位置づけ、解析法の検討が欠かせない。

Bh. 水生生物調査

補完調査として、フチヂリ沢の春季・秋季の付着藻類調査を行った。藻類の細胞数は定点により大きく異なり、開空率や堰堤堆砂域等の局所的な環境要因が影響していると考えられた。季節ごとの現存量をみると夏季が少なく春季が多かった。丹沢山地の源流の藻類の現存量と比べると、フチヂリ沢の春季の現存量は多いが、フチヂリ沢の他の季節やクラミ沢では少ない傾向であった。

また、各試験流域に生息する水生動物のうち、広く中下流河川にも生息するものについて、今後の水系全体での検討に先立ち、特にホトケドジョウ、ヤマメの地域個体群の遺伝子解析を基礎調査として行った。ホトケドジョウでは解析手法の確立をかねて厚木市内の中流河川で採集したホトケドジョウを分析したところ、いずれも大きくは南関東集団に分類されたが、水源地域に広く分布が確認されていることからさらに多くの地域の解析を行う必要がある。ヤマメについては、これまであきらかになっていない養殖魚に由来するハプロタイプでないものが一部検出されたが、その由来は現段階では不明である。

Bi. 水循環モデル

これまで構築してきた水循環モデル（広域モデル、試験流域モデル）のパラメータ等を整理し、第2期5か年のまとめとしてモデルの諸条件を確定した。また、試験流域モデル（貝沢モデル、大洞沢モデル）を用いて流量や土砂量により水源林整備の施業効果を推定するとともに、宮ヶ瀬湖上流域モデルと貝沢モデルの計算結果の見える化を検討した。試験流域モデルにおいて下層植生が発達した状態を想定し、現状より土壌透水性を高く設定して解析した結果、地下水貯留量の変化が緩和され、流況安定化の効果が得られることが示唆された。さらに、地表面の透水性が現状より1桁低下すると、年間の地表水流出量が約400mm/y（貝沢）、約100mm/y（大洞沢）減少する結果となった。計算結果の見える化では、複数の異なる可視化手法（マルチプロットレイアウト、インタラクティブマップ、ダッシュボード）を組み合わせることによる新たな手法を検討し、幾つかの解析結果を用いて試作を行った。

Bj. 水源施策の総合評価のための情報整備

本業務は高度なGIS技術を持ち、システム設計やGIS上のプログラミングのできる派遣職員により実施した。森林で行われる事業の総合的な施策評価を行うため、事業実績や各種モニタリング調査のデータを収集・整理して関係所属に提供するとともに、収集したデータによる解析を行った。さらに、職員によるGIS利用・解析のための各種プログラム作成を行い、日常業務の中で職員へのGIS技術指導を随時実施した。

C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握—総括—

第1期かながわ水源環境保全・再生施策（水源施策）の終盤の県民会議から「生態系や生物多様性の視点を入れた評価が必要である」との提言を受け、平成25年度から森林生態系効果把握調査に着手した。具体的には、森林整備による生物多様性への効果を見るために、スギ林とヒノキ林、広葉樹林を対象と

して、整備履歴の異なる小仏山地の 27 林分と箱根外輪山の 21 林分で植物と昆虫類、鳥類、哺乳類を調べた。

Ca. 植物

小仏山地のスギ林では更新木の種数や個体数、最大樹高、林床植被率が間伐後の経過年数と相関関係があり、3~5 年が経過した時点とを頂点とする二次曲線のあてはまりがよかった。小仏山地のヒノキ林では更新木の最大樹高や林床植生の種数、多様度指数 H' が間伐後の経過年数と相関関係があった。箱根外輪山のスギ林では更新木の個体数と多様度指数 H' が、ヒノキ林では更新木の平均樹高が間伐後の経過年数と相関関係があった。

Cb. 土壌動物

陸生大型ミミズ類の調査では、フトミミズ科とツリミミズ科の 2 科 37 種が確認された。37 種中、26 種は未記載種であった。ササラダニ類の調査では、接門類 39 種、無翼類 94 種、有翼類 35 種の合計 168 種が確認された。

Cc. 昆虫

地表性昆虫調査では、昆虫綱、貧毛綱、クモ綱、甲殻綱、ヤスデ綱、ムカデ綱の 6 綱が採集され、小仏山地では、6 綱 19 目 45 科 105 種、箱根外輪山では 6 綱 19 目 45 科 91 種が同定された。林床性昆虫調査では、昆虫綱のみが採集され、小仏山地では、15 目 100 科 256 種、箱根外輪山では 12 目 101 科 230 種が同定された。

Cd. 鳥類

林相別に間伐後の年数と出現鳥類の個体数または種数の相関を出したところ、夏期において箱根外輪山のスギ林で正の相関があったが、全体としてはまとまった傾向はみられなかった。また、各プロットの出現鳥類の個体数と植被率や下層植生の本数、種数との相関はみられなかった。

Ce. 小型哺乳類

シャーマントラップ調査をしたところ、小仏山地においてアカネズミ、ヒメネズミの 2 種をそれぞれ 141 頭、34 頭、箱根外輪山においてアカネズミ、ヒメネズミ、ハタネズミ亜科の一種の 3 種をそれぞれ 138 頭、29 頭、1 頭捕獲した。

Cf. 大型哺乳類

センサーカメラによる生息調査を行い、林相別に間伐後の年数とニホンノウサギ・イノシシ・ニホンジカの個体数との相関を出したところ、小仏山地のヒノキ林でニホンノウサギと正の相関がみられた。また、調査エリアに広く分布していたニホンノウサギ・イノシシ・ニホンジカのうち、ニホンノウサギは調査、下層植生の個体数や種数、植被率の増加に、正の反応がある傾向がわかった。

Da. スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業

社会的に大きな問題となっているスギ・ヒノキ等の花粉症に対し、近年、抗アレルギー薬が開発され、花粉飛散前の服用により症状を大幅に緩和できることから、花粉飛散量や飛散時期を予測する必要性が増している。そのため、県内各地に生育するスギ林の雄花着花量から花粉飛散量の予測を行った。2014 年 11 月に調査したスギ林 30 箇所の着花点数の平均値（県内平均値）は、37 点となり、少なかった昨年（H25）の 24 点は上回るものの、本調査開始から 17 年間の平均値（例年値）は 43.2 点で、今回の調査結果は例年値をやや下回っており、平成 27 年春の花粉飛散量は、昨年より増加するものの例年並かやや

少なくなると予想された

目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立のため、昨年選定した県西部から北部にかけてのヒノキ林 40 カ所を調査は 12 月および 4 月に実施した。本年度より雄花量の評価を 6 段階から 4 段階とするため手法の比較を行ったところ、点数化した両者の相関は高く ($r=0.99$)、4 段階でも問題はないことが明らかになった。

トラップ調査を行っている 9 カ所の小田原市久野の雄花量は、昨年の着花点数との相関係数は 12 月調査では 0.48 となり、有意ではないが、着花点数が増加すると雄花生産量が増加する一定の関係は認められた。外れ値である 1 林分の値を外すと相関係数が 0.75 となり有意な相関関係が認められた。3 月調査では相関係数は有意ではなかった。このことは必ずしも 3 月調査による実証が適当でないことを示唆しており、実際に 3 月は葉の色が冬期の変色した状態で雄花の確認がやりにくい場合があった。この結果は昨年と全く同様であり、雄花量と目視調査結果が一定の関係があると考察され、12 月の調査結果による予測の妥当性を示唆した。

Db. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究

小田原市久野の雄花着花量の年次変動は、2014 年は 21,513 個と 2013 年の 15,935 個を大きく上回ったが、最大の 2011 年の約半分であった。雄花量はここ数年認められなかった林齢と有意な相関関係が認められた ($p<0.05$)。年次変動は日照時間と有意な関係であり、林分の胸高直径など個体サイズにかかわる要因と有意な正の相関があった。

21 世紀の森地内のヒノキ採種園において 1998 年からの雄花の着花指数と種子生産量の関係では、2014 年の自然着花の指数平均は 2.08 と平均の 2.48 を下回った。

平成 26 年春の所内スギ林の総花粉飛散量は、13,409 個/cm² となり前年値を大きく上回った。一方、ヒノキは 1,279 個/cm² となり前年値を大きく下回った。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係をみると、高い相関がみられた。また別に実施している着花量調査との関係を調査したところ雄花量と花粉飛散量との間にも高い関係が認められた

(2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術開発

A. シカと森林の一体的管理の推進手法開発

水源林の施業地におけるシカ捕獲後の植生回復を検証するために、前年度に引き続き水源林等の 12 か所 44 地点で植生とセンサーカメラによるシカの利用状況を調査した。捕獲を開始して間もないため植生の顕著な変化は現われておらず、前年度と比較してほとんどの箇所の植被率は±10%の範囲内に収まった。センサーカメラの調査では、すべての地点でシカが優占種であった。

B. ブナ林におけるシカ管理手法開発

効率的なシカ管理に資するため、重点的な捕獲が求められる高標高の稜線部及び水源林整備地においてセンサーカメラによるシカの出没状況調査を通年で実施した。その結果、シカの撮影頻度としては、11 月から 12 月あるいは 12 月から 1 月のほかに、6 月から 7 月にもピークがあることが昨年にも引き続き確認された。丹沢山ではこの傾向が顕著であったが、2011 年から 2014 年にかけて撮影頻度は減少傾向にあり、6 月から 7 月のピークは 2014 年には目立たなくなった。水源林の寄沢とワシガ沢では 11 月から 12 月の 1 回ピークの傾向が強く、丹沢山とは出没状況が異なった。ただし 2014 年のワシガ沢では 11 月から 12 月のピークが消失した。

C. シカによる植生影響モニタリング

シカ保護管理事業において捕獲による植生回復を検証するために、11 地点で植生保護柵内外の植生を追跡調査するとともに、丹沢山地東部において累積利用圧調査とモデル地区内現存量調査を実施した。

植生の調査から、植被率や群落高、ササ稈長、更新木樹高といった植生指標は柵外よりも柵内で上回っていた。累積利用圧調査では前回データと比較して顕著な増減はみられなかった。現存量調査では、調査した 32 か所のうち 7 か所では現存量が微増したが、他のか所ではほとんど変化しなかった。

2-3 個別研究課題

- (1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明
- 総括 -
(2) 研究期間 平成 24 年度～28 年度
(3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費
(4) 担当者 齋藤央嗣・田村淳・内山佳美・谷脇徹・相原敬次・齋藤正彦・成瀬真理生

(5) 目的

大気汚染やブナハバチなどの複合的な要因が原因と考えられる丹沢のブナ林の衰退機構の解明やその保全対策の検討のためには、自然環境保全センター単独では研究を進めることは不十分であり、各機関との連携が求められる。このため、自然環境保全センターでは、ブナの衰退原因の解明と丹沢大山の保全再生を図るためブナ林衰退機構解明研究プロジェクトを県機関の環境科学センターと農業技術センターおよび大学等との共同研究として進めてきた。各機関との連携を図り研究を推進するため、平成 26 年度はブナ林衰退機構解明研究プロジェクト打ち合わせ会議の開催、研究成果評価部会の開催、大学等との連携に取り組んだ。

(6) 方法

プロジェクトの推進を図るため、以下の打合せ会議、研究成果評価部会の開催、大学等他機関の連携を実施した。

ア. 平成 26 年度ブナ林衰退機構解明研究プロジェクト打ち合わせ会議の開催

ブナ林衰退機構解明研究について、平成 24 年度から 5 カ年計画で実施している第 3 期プロジェクトを推進するため、平成 25 年度の報告を行うとともに、今年度及び第 3 期プロジェクト計画の検討を行うための他機関・大学との打合せ会議を実施した。

イ. 研究成果評価部会の開催

農林水産系の試験研究機関では、広く各界の意見を求め地域特性を活かした農林水産業の振興に必要な技術開発の充実を図るため農林水産技術会議を設置することとなっている。保全センターでは、ブナの衰退原因の解明と丹沢大山の保全再生を図るためブナ林衰退機構解明研究プロジェクトを環境科学センターや農業技術センターの県機関および大学等の共同研究として進めてきた。第 2 期の調査では、衰退原因として水ストレスの影響やブナハバチの発生予測および対策の実施等成果が得られつつある。これらの成果について評価し、今後の研究の推進に資するため、学識経験者、実務経験者による委員による評価のため研究成果評価部会を実施した。

ウ. 大学等他の研究機関との連携

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ハザードマップ作成のため、県機関である環境科学センター、農業技術センター、さらには愛媛大学、京都府立大学、酪農学園大学、北海道大学、東京農工大学、東海大学などと連携調査を実施した。

(7) 結果の概要

ア. 平成26年度ブナ林衰退機構解明研究プロジェクト打ち合わせ会議の開催

以下により平成26年度ブナ林衰退機構解明研究プロジェクト打ち合わせ会議を自然環境保全センターで開催した。

日時 平成26年5月27日13時00分～17時00分

場所 自然環境保全センターレクチャールーム

出席者 自然環境保全センター及び共同研究機関である環境科学センター、農業技術センター、及び愛媛大学、酪農学園大学の関係者 14名

内容 平成26年度の計画概要、予算等の説明後、各個別課題（7件）の平成25年度の成果及び計画、第2期研究のとりまとめの方向性、第3期計画について議論を行った。

イ. 研究成果評価部会の開催

以下によりブナ林衰退機構解明研究の成果について、主にブナ林衰退機構解明研究プロジェクトで得られた成果を評価し、今後の研究の推進に資するため、学識経験者、実務経験者による委員による評価のため研究成果評価部会を実施した。

開催日時：平成26年9月25日(木) 13時30分～16時30分

開催場所： 自然環境保全センター 本館レクチャールーム

委員 伊豆田猛 東京農工大学大学院教授、谷晋 東海大学教授、越地正元研究部長
協議事項の区分：当該試験研究課題の推進上必要な助言

試験研究期間：平成24～28年度

評価の概要：ブナの衰退機構解明では、大気汚染、水ストレス等の研究進捗が評価され、要因相互の影響について考慮すべき旨指摘があった。再生技術開発では、ブナハバチ等の対策が評価され、優先順位を判断するためのリスクマップの作成が有効である旨指摘があった。

ウ. 大学等との連携

平成26年度は以下の機関と連携して調査を実施した。

○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

○大学等への受託研究

土壤保全対策手法・検証手法開発 東京農工大学（自然環境保全学部門）

ブナ衰退モニタリング 酪農学園大学（農食環境学部）

ブナ林への大気影響 愛媛大学（農学部）

ブナ林の衰退要因調査 京都府立大学（生命環境学部）

ブナストレス診断 北海道大学（農学部）

○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（総合教育センター）

○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

(8) 今後の課題

第2期の研究期間が平成28年度までであり、その成果のとりまとめのため、目標としているブナ衰退リスクマップの作成の他、パンフレットや成果集の作成、成果報告会の実施を検討するとともに第3期に向けての研究計画の調整を進める必要がある。

(9) 成果の発表

各個別課題に記載の通り。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Aa. ブナ林の大気環境解析
(2) 研究期間 平成 25 年度～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 齋藤央嗣・谷脇 徹・相原敬次

(5) 目的

丹沢におけるブナ衰退の要因解明を大気環境の視点から明らかにすることを目的として、丹沢地域における大気環境調査・研究を行って来ている。平成 24 年度より実施している鍋割山、菰釣山における気象観測、および、丹沢山、檜洞丸におけるオゾン濃度と気象観測により、影響因子の一つであるオゾンの動態を明らかにしてきた。しかし、測定網が不十分なことや頻発する測定器トラブルのため、オゾン動態の全体像は十分に把握されていない。そこで、今年度（平成 26 年度）は、測定網拡充とメンテナンス性向上を目的として、従来器よりも軽量かつ低消費電力の小型オゾン計の実用性試験を行う。また、気象モデルを活用して、丹沢山地におけるオゾン高濃度時の風速場の解析を行う。なお、観測の一部とデータ解析は、愛媛大学農学部へ委託して行った。

(6) 方法

ア. 小型紫外吸光式オゾン計の実用性評価

①基本性能評価

現在、丹沢山、檜洞丸の 2 地点でオゾン濃度連続観測を実施しているが、山岳地域における連続測定は、電源供給、メンテナンスの面で多くの困難を伴う。通常の連続測定用のオゾン計は、消費電力が約 100W であるため、高容量の電源設備を必要とし、落雷などのトラブルに対して敏感である。また、現在使用している比較的軽量のオゾン計でも約 9kg の重量があり、これを較正などのメンテナンスの度に山頂まで担いで登り降りしているため作業負荷が非常に高い。

一方、近年、軽量かつ低消費電力で稼動する小型オゾン計（2B technologies 社 Model 202、以下 2B202）が開発されている。丹沢山地において、この小型オゾン計の実用性が確認できれば、電源容量の小さな地点にも設置可能となり観測網を充実させる事ができる。また、可搬性が高まれば、より高頻度のメンテナンスが可能となり、測定値の信頼性を向上させることができる。さらに、この小型オゾン計は市販充電電池で駆動できるため、自動車等で侵入不可能な経路の移動観測を実施することができ、定点観測では得られない広範囲のデータを得ることが可能となる。

2B202 は、波長 254 nm 付近の紫外線吸光度を基にオゾン濃度を測定する。DC12V で稼働し、カタログ上の測定精度は 1.5 ppb、応答速度は 20 秒である。これらの基本性能を確認するために、常時監視局において運用実績のある AC100V 稼働のオゾン計と比較測定を行った。

②菰釣山山頂における定点観測

これまでの山頂オゾン連続測定地点である丹沢山と檜洞丸は互いに距離が近く、丹沢山地全体

のオゾン動態の把握という目的には不十分であった。そこで、より広範囲のオゾン濃度分布把握、および、2B202の長期間耐用性試験を目的とし、丹沢山、檜洞丸とほぼ同緯度であるが西に離れている菰釣山測定局において2B202を用いた定点観測を実施した。

③丹沢山地における移動観測

これまで、高い空間分解能でオゾン濃度分布を把握するために、自動車による移動観測を行ってきた。しかし、測定経路は林道沿いに限定され、山頂付近の濃度分布は把握できていなかった。そこで、山頂付近を含んだ濃度分布を把握するために、2B202を携行して登山道を徒歩で登り降りする移動観測を行った。

イ. 地上気象の解析

丹沢山地におけるオゾンの汚染メカニズムを解析するために、丹沢山地の犬越路局におけるオゾン高濃度日における地上気象（風向風速）の特徴を調べた。解析期間は、2010年の7月19日から26日の7日間とした。

(7) 結果の概要

ア. 小型紫外吸光式オゾン計の実用性評価

①基本性能評価

図1に紀本電子工業社製OA-781との並行測定の結果を示す。試料ガスは愛媛大学農学部屋外大気であり、5分間の移動平均値を評価した。工場出荷時の調整状態で2B202のほうがわずかに低い値を示すが、両者の相関は良好であった。また、オゾン濃度約150 ppbの試料ガスを急激にオゾンフリーガスに切り替えた時の応答も、2B202とOA-781とで同程度の速度であった。同様の比較測定は、平成26年4月から10月の間に複数回にわたって実施され、いずれの試験でも良い相関が確認された。従って、2B202によって、安定的に十分な精度でオゾン濃度を測定できることがわかった。

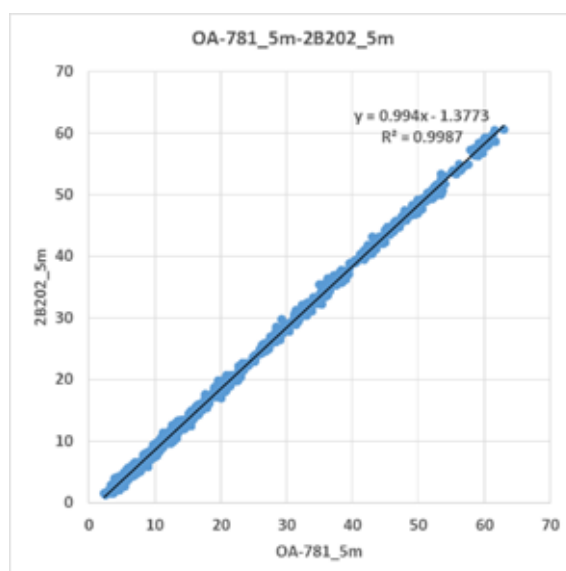


図1 小型オゾン計2B202と従来型オゾン計OA-781の測定値の相関

②菰釣山山頂における定点観測

菰釣山における定点観測は、2014年8月1日～2014年9月5日の約1ヶ月間実施した。測定上のトラブルはなく、2B202による長期観測は成功した。なお、檜洞丸では、落雷のため8月2日～20日の間欠測となった。図3に、菰釣山(2B202)、丹沢山(Dylec1150)、檜洞丸(Dylec1150)における観測結果を示す。この3地点のオゾン濃度レベルはほぼ同じであり、時間変動もほぼ同期していた。

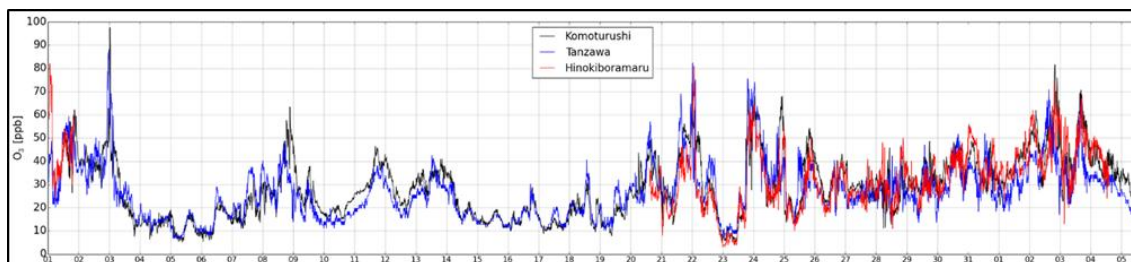


図3 菰釣山における定点観測期間中の丹沢山地3地点(菰釣山、丹沢山、檜洞丸)のオゾン濃度10分間移動平均値

しかし、観測期間中の平均日内変動を比較すると、丹沢山と菰釣山で明瞭な差異が見られた(図4)。日最高濃度が、丹沢山では14-16時に起こるのに対し、菰釣山では20-22時に起こっており、ピーク形状がより不明瞭になっていた。この挙動は、首都圏で生成されたオゾンが西へ輸送されていることを示唆している。

菰釣山における定点観測期間中の平野部(津久井測定局)および山地(菰釣山)の高濃度事象(オゾン濃度60 ppb以上)を比較すると、平野部で60 ppbを超過した13日のうち、菰釣山で高濃度となったのは7日あった。一方、観測期間中に菰釣山で高濃度となった全8日のうち、8月23日を除く7日で平野部でも高濃度となっていた。なお、菰釣山における高濃度事象は、9月3日を除き全て夜間(18時～6時)に起きていた。いずれの現象も、首都圏から丹沢山地方方面へのオゾン輸送を示唆している。

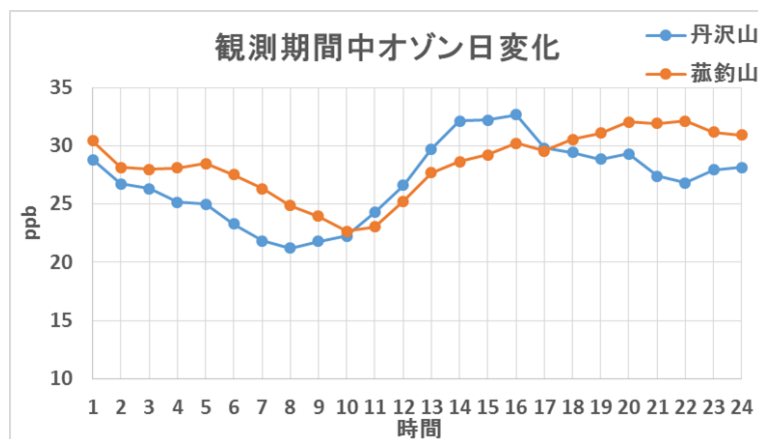


図4 定点観測期間中の丹沢山と菰釣山のオゾン濃度日変化

③丹沢山地における移動観測

これまでに実施した登山移動観測は、檜洞丸1往復、菰釣山2往復、塔ノ岳—丹沢山—蛭ヶ岳—檜洞丸縦走1回である。移動観測には、温度計と湿度計も携行した。檜洞丸での移動観測

においては、山頂付近の尾根線の前後でオゾン濃度と気温が急激に変化する様子が観測された。図5に、塔ノ岳—丹沢山—蛭ヶ岳—檜洞丸縦走観測の経路（徒歩区間は新大日手前から下山口まで）とオゾン濃度分布を示す。この日は風が強かったため大気境界層内の空気が攪拌されており、山地移動中のオゾン濃度はほぼ一定であった。

通常、標高が高くなるにつれてオゾン濃度は高くなるが、車による移動区間を含めて、その傾向が明瞭に観測されたのは、檜洞丸登山口への接近経路、および、図5の縦走登山口への接近経路であり、菰釣山登山口への接近経路では明瞭に観測されなかった。この挙動は、平地に面している丹沢山地南面、東面と山地に面している北面でオゾン濃度分布が異なることを示唆している。

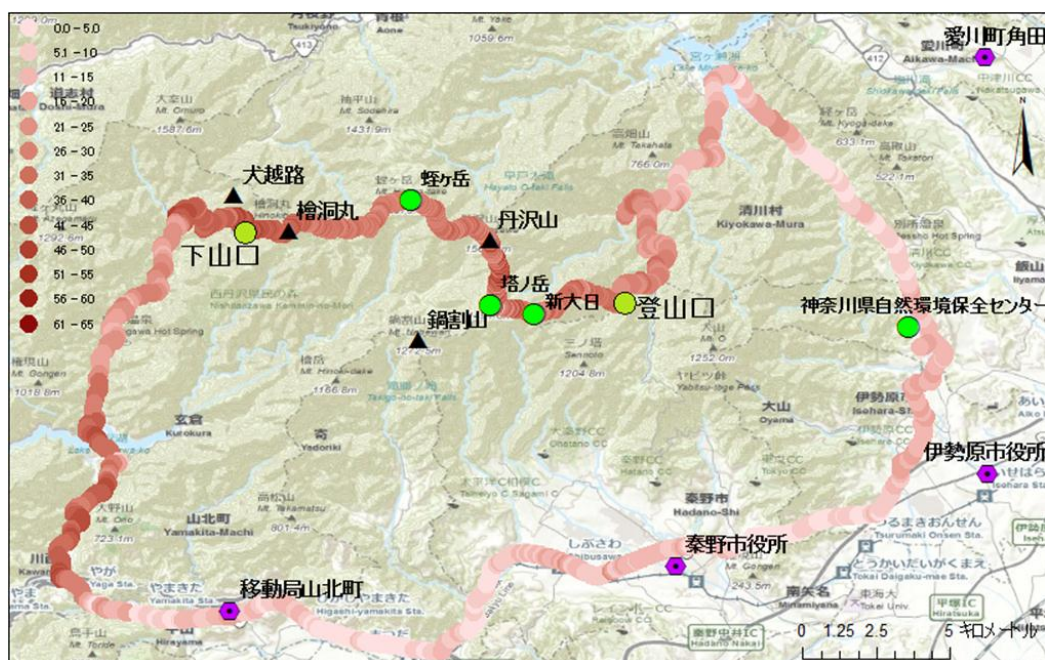


図5 2014年10月3日移動観測ルートとオゾン濃度分布

イ. 地上気象の解析

オゾン高濃度日における、平野部測定局である海老名の風向風速の特徴は以下であった。

- ・深夜から朝にかけて風速は弱く、朝から正午にかけて徐々に風速は増す。午前中は風速が弱いため風向は定まっていない。
- ・午後には風速が約 4 m/s になり、風向は南寄りの風向が卓越している。これは、相模湾からの海風が侵入していることを示唆している。
- ・夕方から夜にかけては再び風速は弱まっている。

丹沢山地の犬越路局は谷間にあるため、風向風速の観測値が地形の影響を受けていることが考えられた。そこで、丹沢山地の樹木（ブナ）の開葉期にあたる半年間について地上の風向風速から風向別出現頻度と風速階級別出現頻度を調べ、地形影響を評価した。解析期間は、2010年4月1日から9月30日までの半年間（183日間）とした。

図6に、測定局観測値と気象モデルMM5の計算値との比較結果を示す。平野部の海老名局では、風向風速ともによく一致している。地形影響が小さいと考えられる座間局においても一致は良好であった。一方、犬越路では、観測とモデル計算との差異が大きく、特に、静穏（C）

の頻度が大きく異なっている。

山岳の気象観測結果（特に、風向風速）は、複雑な地形から作り出される局所的な山谷風に影響されるため、オゾンのような広域汚染物質の挙動を解析する場合は注意が必要となることが明らかになった。

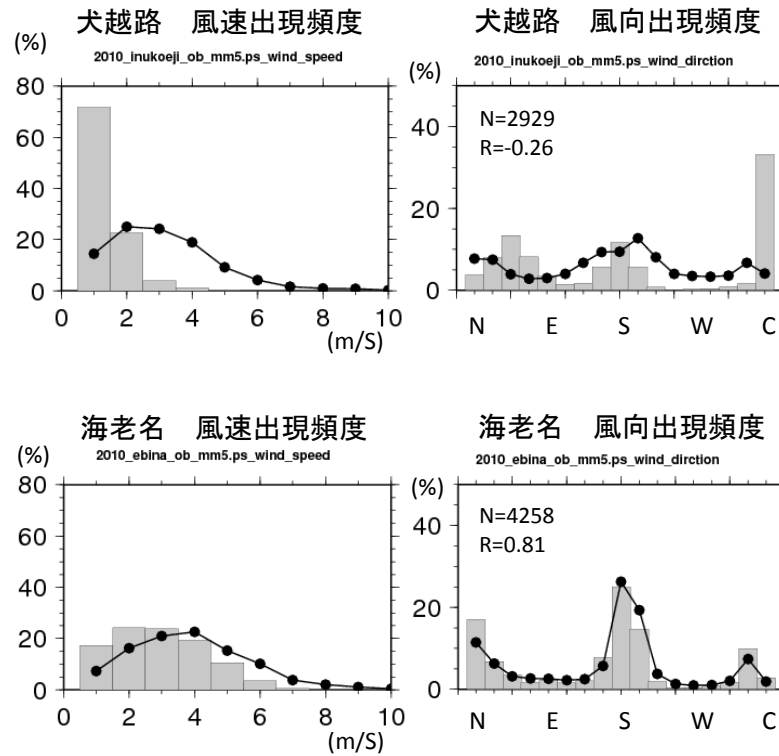


図6 風向風速の出現頻度に関する観測値と気象モデル計算結果の比較
棒グラフ：観測値、線グラフ：気象モデル結果

(8) 課題

(9) 成果の発表

なし

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ab. 丹沢山地の風況解析
(2) 研究期間 平成 25～29 年度
(3) 予算区分 県 単 (水源特別会計：丹沢大山保全再生対策)
(4) 担当者 齋藤央嗣・谷脇 徹・相原敬次・斎藤正彦

(5) 目的

丹沢におけるブナ衰退の要因解明を大気環境の視点から明らかにすることを目的として、今年度は、丹沢山地の風衝地の解析を行った。丹沢山地は、急峻な地形により斜面上昇気流が発達し、風速が強い風衝地が点在していることが知られている。本研究では、汎用流体ソフト (OpenFOAM) を用いて、丹沢山地の風況を再現し、風の解析を行った。

なお、地形の作成と計算は、株式会社CAE ソリューションズへ委託した。

(6) 方法

① 地形データの作成

汎用流体ソフト (OpenFOAM) で利用するための地形データを作成する必要がある。本研究では、地表面の凹凸を表現するために snappy Hex Mesh を採用した。これにより、地表付近では、地形に沿った細かなメッシュ点を生成し、上空では粗いメッシュ点を設定した。メッシュ生成の作業効率を上げるため、オープンソースの GUI である HELYX-OS を用いた。

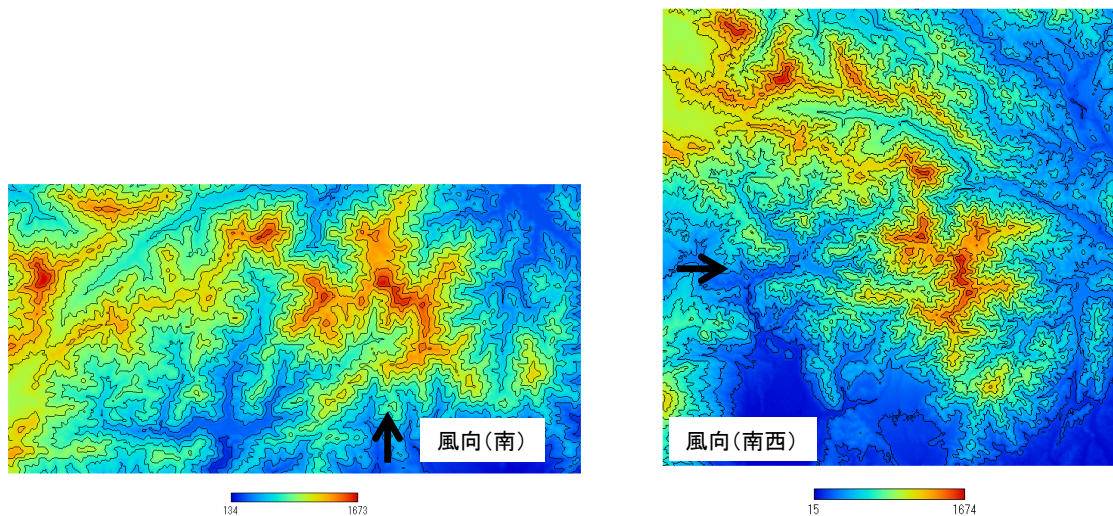


図1 地形図

風向が南の場合の地形 (左図)、風向が南西の場合の地形 (右図)
図中の矢印は、風速の向きを表している。

風向は、丹沢山地で出現頻度が高い南風と南西風の2風向について地形を作成した (図1)。これは、設定した計算領域へ風が垂直に吹くようにするためである。

② 計算モデルの作成

メッシュの作成手順としては、まず標高データ (CSV 形式) から STL ファイルを作成し、その後 OpenFOAM 付属のメッシャである snappy Hex Mesh で丹沢地形のメッシュを生成した (図 2)。計算領域は、地表面から上空 5km までとし、地上から 2.4km までは blockMesh と snappy Hex Mesh を使い、さらに上空は extrudeMesh を用いて高さ 5km までメッシュを作成した。

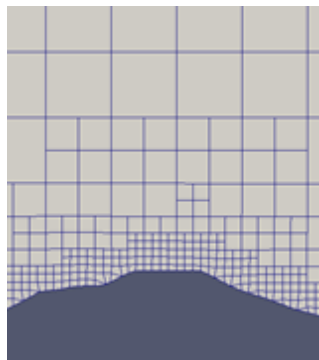
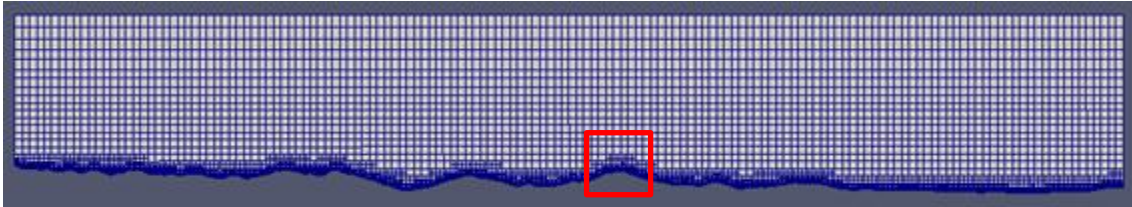


図 2 鉛直方向のメッシュ (snappy Hex Mesh)

風の流れは音速に比べはるかに弱いため、非圧縮流体として扱う。また、風向がある程度一定に吹くものと仮定して、風の流れは定常とした。乱流モデルには計算が安定な $k-\omega$ SST モデルを用いた。計算領域の例を図 3 に示す。

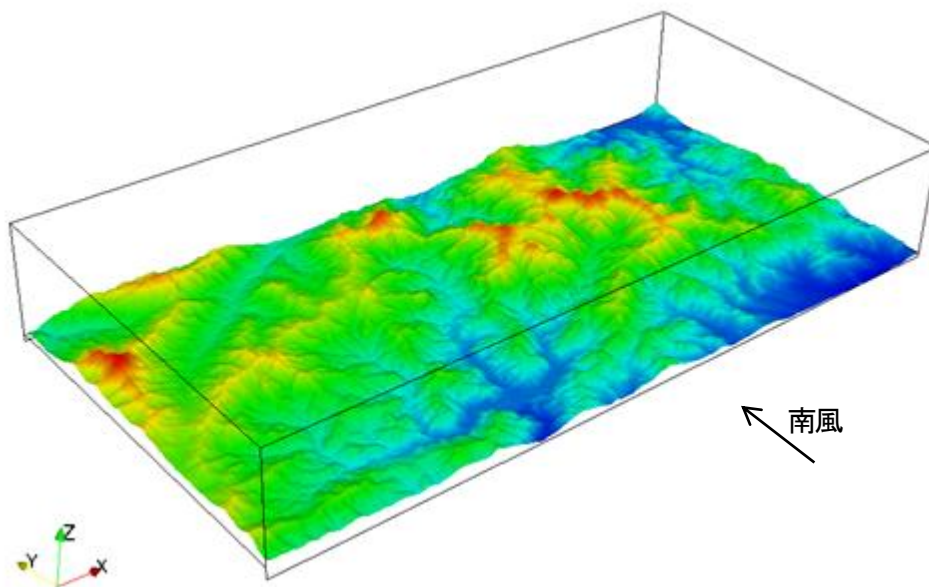


図 3 計算領域 (南寄りの風の場合)

③ 南風の計算

過去の観測データなどを参考に流入風速を 10m/s とした。計算には OpenFOAM-2.3 の simpleFoam を使用した。Xeon の Linux ワークステーションで、8 コアで 1,200step 程度まで実行して、大体 3 時間程度である。

図 4 に地表面のせん断応力の分布を示す。地表面のせん断応力は、空気の粘性により地表面をこする (Shear Stress) 大きさを示しており、風衝による倒木に影響する物理量と考えられる。一般に、水平方向に風が吹いても、空気の粘性により乱流が発生し、下向きに運動量が運ばれる。その運動量の大きさが、せん断応力に相当する。

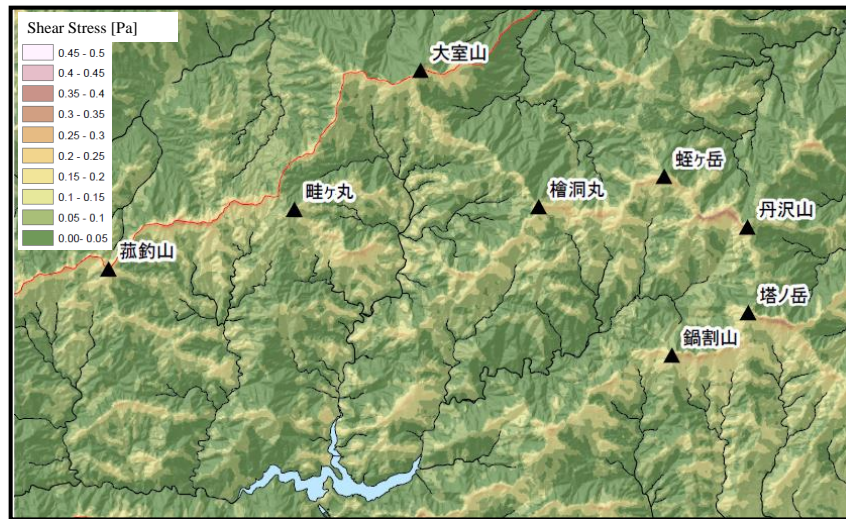


図 4 地表面せん断応力分布-南風

④ 南西風の計算

南西風の場合を計算するために、地形を Z 軸周りに 45 度回転させた計算形状を作成して計算した (図 1)。流入風速は、南風の計算と同様に、10m/s とした。図 5 に地表面のせん断応力の分布を示す。南風の時の地表面のせん断応力の分布 (図 4) に比べ、南西風の時の方が小さい。

南風、南西風ともに、山頂付近でせん断応力が強く、丹沢山などの草地化が進んでいるエリアと一致した。

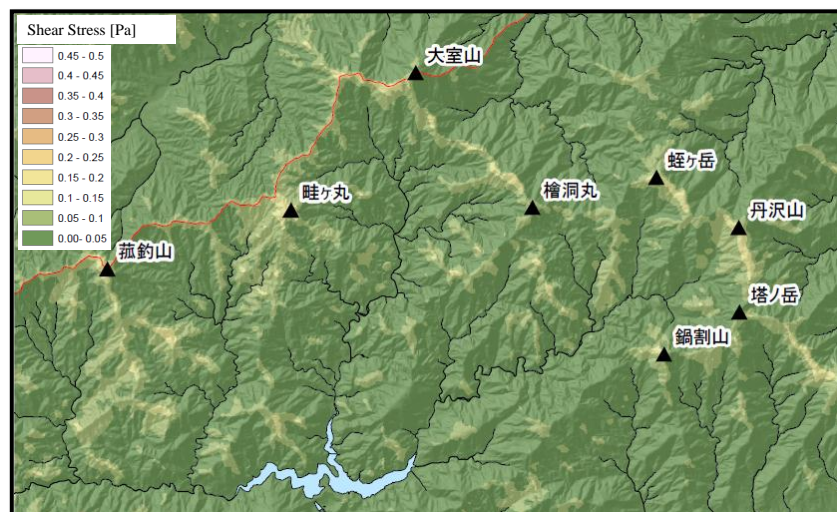


図 5 地表面せん断応力分布-南西風

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ac. ブナ林の水分生理調査（水ポテンシャル調査）
(2) 研究期間 平成 25～28 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、本年度は丹沢山地檜洞丸に生育するブナの枝の木部構造を解剖学的視点から明らかにし、その水分通導能力とブナハバチ食害履歴との関係を調査した。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

檜洞丸（標高 1,601m）の標高 1,600m 付近に生育するブナ 18 個体を供試材料として選定した（表 1）。対象木は 3 年以上にわたり、ブナハバチ食害度、健全度、卵密度、花芽割合、二度吹きランクが調べられている（表 1）。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 1）。

(7) 結果の概要

今回の調査からは、ブナハバチ食害の程度およびその履歴と、道管径、年輪幅、年輪面積、RGR_{ri}（年輪幅による相対成長率）、RGR_{si}（年輪面積による相対成長率）等に明確な関係は見いだせなかった。衰退個体のうち、激しい食害を受けた履歴がない個体（食害小・衰退個体）においても、食害個体と同様に細い径をもつ道管の割合が高かった。このことは、食害以外にも乾燥化による水ストレスへの適応、大気汚染物質等の影響が、道管径を短縮させる要因として働いているためなのかもしれない。供試木は個体サイズが大きいため、樹体全体と枝とでは異なる反応が示される可能性もある。

(8) 今後の課題

現段階では予備的な解析であることから、衰弱の進行時の前後で比較するなど引き続き解析を進め、食害との関係を明らかにする必要がある。また、衰退状況の異なる広域多地点で調査を行い、檜洞丸のブナに生じているストレスの複合影響の解明を目指す。

(9) 成果の公表

なし

表1 供試木の概要

食害度・表筒皮別 No.	食害度 表ノ健	H	D	表筒皮(健全度) 健 小 一 一 大 表											食害度					食害度(1少→1無4)											大 難 一 一 少 小										
				平均											H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19				
				2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999					
食害大・表通	A-11	1600m南	大	表	2.8	3	3	2	3											3.0	4	2	4	2																	
	A-27	1600m南	大	表	2.4	3	3	2	2											2	2.4	4	2	4	2	1	1	3													
	A-29	1600m南	大	表	2.4	3	3	2	2											2	2.1	4	1	2	2	1	1	4													
	A-34	1600m南	大	表	2.4	3	2	2	2											3	2.4	4	1	3.5	2	1	1	4													
	A-46	1600m南	大	表	2.5	3	2	2	3												3.1	3.5	2	4	3																
	A-50	1600m南(風標)	大	表	※ 17.7	34.5	3.3	4	3	3	3									2.0	4	1	2	2																	
食害大・健全	A-26	1600m南	大	健	1.8	1	1	2	2											3	1.9	3.5	1	1	2	1	1	4													
	A-35	1600m南	大	健	1.8	1	1	2	2											3	1.9	3	1	4	2	1	1	1													
	A-45	1600m南	大	健	1.5	1	1	2	2												2.3	2	2	4	1																
	B-28(4-YB028)	1600m北(山頂)檜洞丸4	大	健	19.5	1.0	1	1	1												3.3	4	2	4																	
食害小・表通	A-19(2014)	1600m南	少	表	※ 12.2	24.5	2.5	3	3	2	2									1.5	3	1	1	1																	
	B-19(4-YB019)	1600m南(山頂)檜洞丸4	少	表	66.5	3.7	4	4	3											1.0	1	1	1																		
	B-26(4-YB026)	1600m南(山頂)檜洞丸4	少	表	18.5	2.7	3	3	2											1.7	3	1	1																		
食害小・健全	A-19(2011)	1600m南	少	健	12.2	24.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	3	1	1	1																	
	A-18	1600m南	少	健	24.5	53.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	2	1	1	1																	
	A-44	1600m南	少	健	17.8	52.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1																	
	H-583	1600m南	少	健	18.5	52.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.0	3	1																			

No.	食害度 表ノ健	H	D	樹高							花蕾割合					二重皮のランク																						
				平均							H25	H24	H23	H22	H21	H20	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19															
				2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007															
食害大・表通	A-11	1600m南	大	表																0.0	0	0	0	0														
	A-27	1600m南	大	表																5.0	0	0	0	20														
	A-28	1600m南	大	表																10.0	30	0	0	10														
	A-34	1600m南	大	表																1.3	5	0	0	0														
	A-46	1600m南	大	表																12.5	40	0	0	10														
	A-50	1600m南(風標)	大	表	※ 17.7	34.5														2.5	0	0	0	10														
食害大・健全	A-26	1600m南	大	健																25.0	50	40	0	10														
	A-35	1600m南	大	健																23.8	85	0	0	0														
	A-45	1600m南	大	健																10.0	20	0	0	20														
	B-28(4-YB028)	1600m北(山頂)檜洞丸4	大	健	19.5															10.0	20	0	0	20														
食害小・表通	A-19(2014)	1600m南	少	表	※ 12.2	24.5	15.9	43	12	7	1									20.0	30	20	30	0														
	B-19(4-YB019)	1600m南(山頂)檜洞丸4	少	表	66.5																																	
	B-26(4-YB026)	1600m南(山頂)檜洞丸4	少	表	18.5																																	
食害小・健全	A-19(2011)	1600m南	少	健	12.2	24.5	15.9	43	12	7	1									20.0	30	20	30	0														
	A-18	1600m南	少	健	24.5	53.0														15.0	40	20	0	0														
	A-44	1600m南	少	健	17.8	52.0														22.5	70	0	0	20														
	H-583	1600m南	少	健	18.5	52.8																																

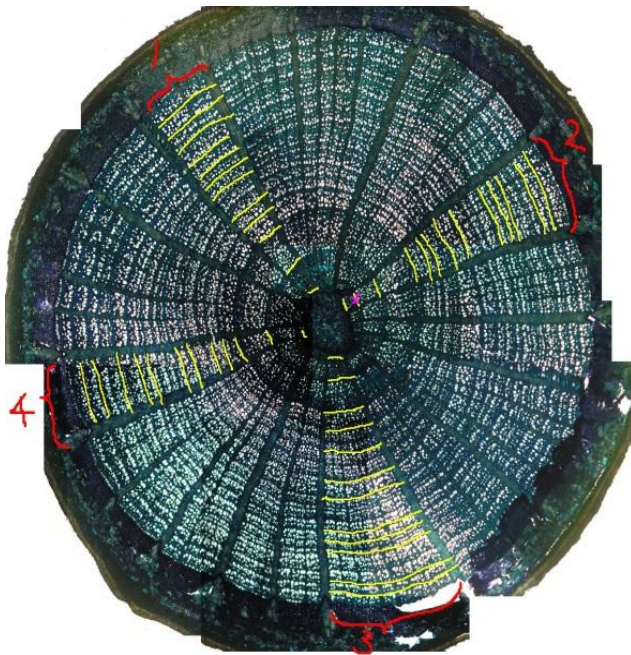


図1 道管の測定例

(1) 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ad. ブナ林の生理生態調査 (樹液流と水分計測)
(2) 研究期間 平成 24~28 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 相原敬次・斉藤央嗣・谷脇 徹

(5) 目的

丹沢山地におけるブナ林の衰退要因として、大気汚染 (オゾン)、水分ストレスおよび虫害 (ブナハバチ) が指摘されている (山根ら 2007)。これまでの水ストレスに関する調査結果から、ブナ衰退地の檜洞丸に生育するブナは相対的に水ポテンシャルが低く、水ストレス状況におかれている状況がわかっている。水ストレス状況にあるブナが枯死に至る具体的な機構については未だ不明な部分が多い。このためにはブナ衰退地における水分や林分環境等について、さらなる生理生態的な知見が必要である。

檜洞丸に生育するブナの樹液流および水分の連続計測によりとブナ衰退地での、個体レベルでの樹液流で計測された蒸散状況および樹体の水分状態との関係について検討した。

(6) 方法

檜洞丸での気象モニタリングサイト周辺のブナ 3 個体 (表 1) について、樹液流と水分計測を実施した。計測期間は 2014 年 7 月 18 日から 7 月 31 日までとした。なお、樹液流計測はグラニエ法を用い、水分計測について Delta-T 社製のシートプローブ ML2x を用いて計測した。いずれも 10 分間の平均値を使用した。

(7) 結果の概要

調査期間中の 3 個体の樹液流は蒸散の活発となる昼間に上昇し、蒸散が低下する夜間に低くなり、3 個体ともほぼ同期した日変化を示した。一方、水分計については日中の蒸散の盛んとなる樹液流の上昇に伴い水分が著しく減少する日と水分の低下がそれほど顕著でない日が認められるとともに、個体によっても異なる状況が認められた (図 1)。すなわち、樹液流の上昇とともに水分が低下する状況は、個体自体の水ストレスが著しく示されているものと評価することが出来る。このことから水ストレスの顕著な期間と日数 (図 1 中の橙線) について個体毎に評価した結果、No. 1 の個体については 7 月 25 日を除く 7 月 19 日から 7 月 29 日までの 10 日、No. 2 については 7 月 28 日を除く 7 月 27 日から 7 月 31 日までの 4 日、また No. 4 については 7 月 25 日と 7 月 28 日を除く 7 月 24 日から 7 月 31 日までの 6 日となった。このことから、期間と日数から個体毎の水ストレスを相対的に評価すると、No. 1 > No. 4 > No. 2 順に大きいと考えられる。

(8) 今後の課題

2014 年度はブナハバチの食害は少なく、このことから食害の大きかった前年の 2013 年の結果との比較からブナハバチ食害と水ストレスとの関係について検討していく。

(9) 成果の公表

なし

表1 計測個体

計測個体	DBH(cm)	樹高(m)
No.1	36	13
No.2	46	18
No.4	57	17

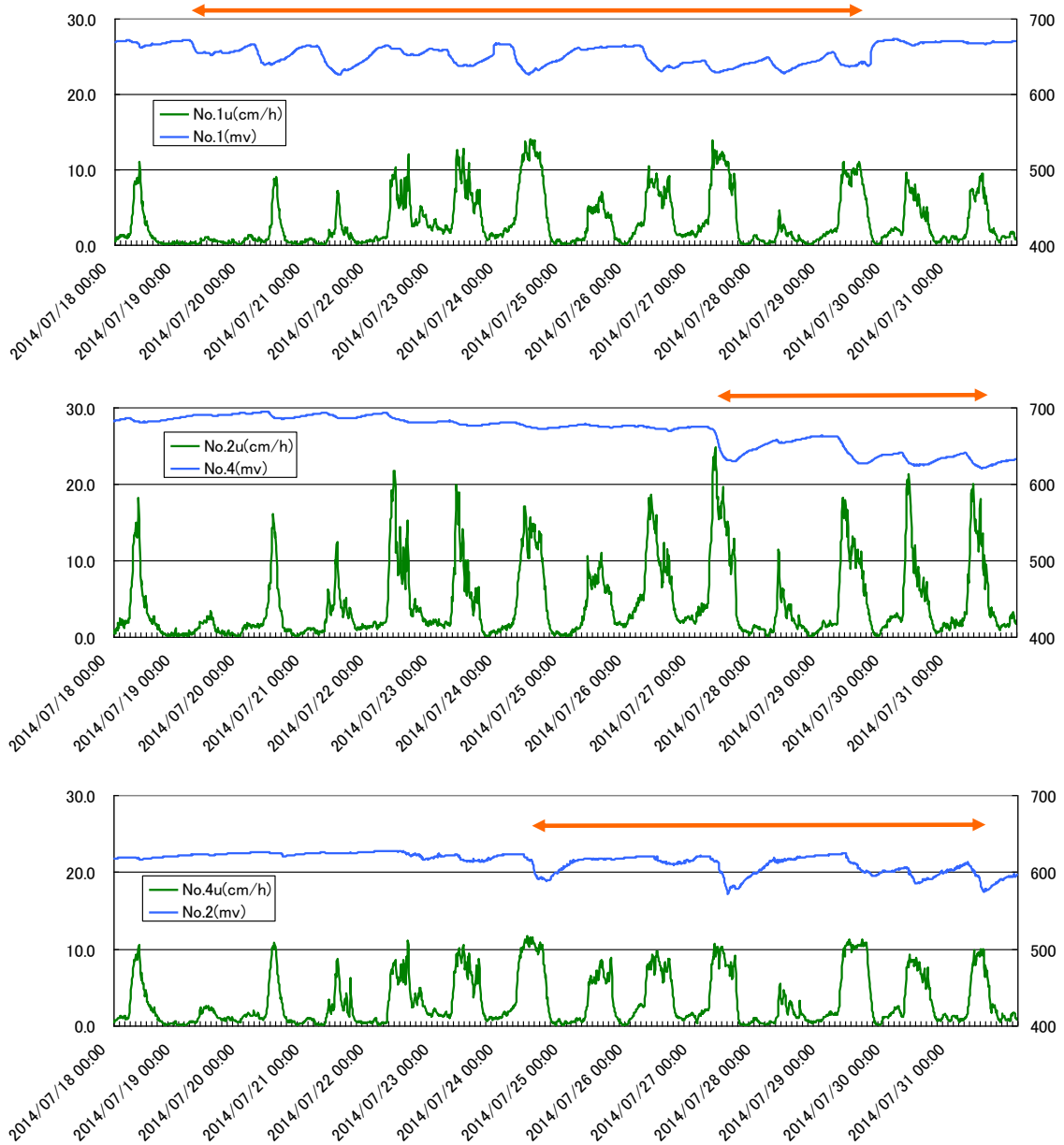


図1 2014年の樹液流と水分計の連続測定結果

(1) 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ae. ブナ林の生理生態調査（水欠差調査）
(2) 研究期間 平成 24～28 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 相原敬次・斉藤央嗣・谷脇 徹

(5) 目的

丹沢山地に生育するブナの衰退は、大気汚染（オゾン）、水分ストレスおよび虫害（ブナハバチ）が要因として指摘されている（山根ら 2007）。このなかで水分ストレスは、土壌や大気など、立地環境の劣化や植物自身に起因する生理的な水収支の不均衡を生じ、個体の衰退から、さらには枯損へと直接的に関与する要因である。丹沢山地のブナの衰退から枯死への機構を明らかにするためには、丹沢山地の立地環境の議論とともにこれと密接に関連するブナの水分生理の現状評価（水分ストレス）を把握することが必要であると考えられる。

今回、丹沢山地に生育するブナの水分ストレスについて、広域的視野で簡易に把握する目的で水欠差測定（水欠差）による調査を実施した。水欠差は、相対含水率や葉内水分不足度とも呼ばれ、葉が水分を十分に含有可能な状態からどの程度不足（欠差）しているかを簡易に把握するための指標で古くから用いられている。この方法は、水ポテンシャル計測や蒸散、樹液流の計測方法に比較して簡易であるため、同時に多くの個体の水ストレスの相対的な評価ができる利点をもっている。

(6) 研究方法

調査地点は、三国山（標高 1101m）、犬越路（標高 1060m）、大室山（標高 1587m）、檜洞丸（標高 1601m）丹沢山（標高 1567m）の各山頂付近および堂平（標高 1200m）の 6 地点とした。調査日は、2014 年の 7 月 23 日、8 月 20 日および 9 月 11 日の 3 回実施した。

なお、ブナ葉のサンプリングは、いずれも天候が晴れの日の午前 11 時頃から午後 2 時頃までの時間帯としたが、9 月 11 日については全 2 回に比較して天候は曇りで一部では檜洞丸では霧が発生していた。

(7) 結果の概要

各地点の 5 個体の調査日ごとの平均値を図 1 に示した。7 月 23 日は犬越路、丹沢山、檜洞丸、菰釣山、三国山、堂平の順に、また 8 月 20 日は犬越路、檜洞丸、丹沢山、菰釣山、三国山、堂平の順にそれぞれ水欠差が高かった。しかし、天候が全 2 回に比較して不順であった 9 月 11 日の結果は、犬越路、丹沢山については全 2 回同様に値は高いものの、檜洞丸の値は、菰釣山、三国山や堂平と同じ程度に低く、調査時の天候による影響が考えられた。調査日毎の菰釣山（9 月 11 日欠測）、檜洞丸（8 月 20 日欠測）、丹沢山における日射量、気温および雨量の時刻変化は図 2 に示したように、9 月 11 日は全 2 回と比較して天候が不順であった。

(8) 今後の課題

丹沢地域期内的での調査地点と調査例を順次重ね、より広域的、相対的な水ストレス評価をしていく。

(9) 成果の公表

なし

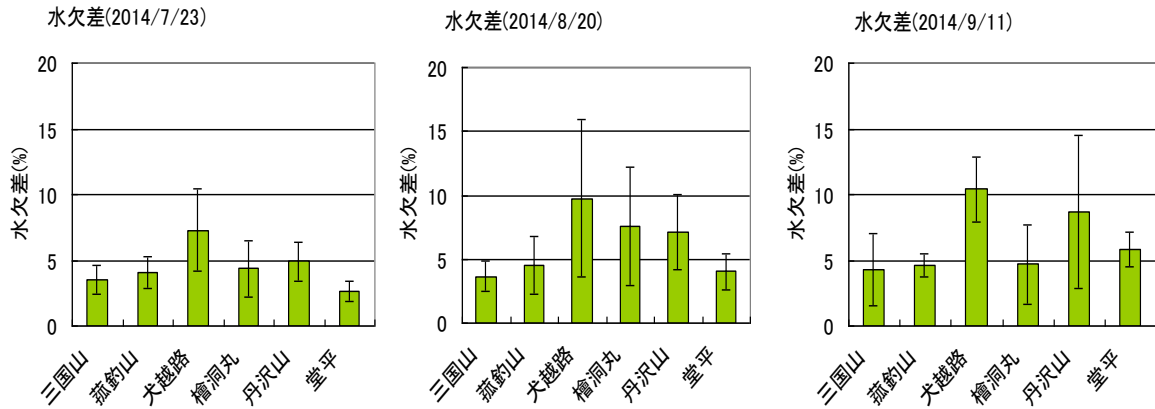


図1 丹沢地域5地点における水欠差（図中の縦棒は平均値の95%信頼限界値の範囲を示す）

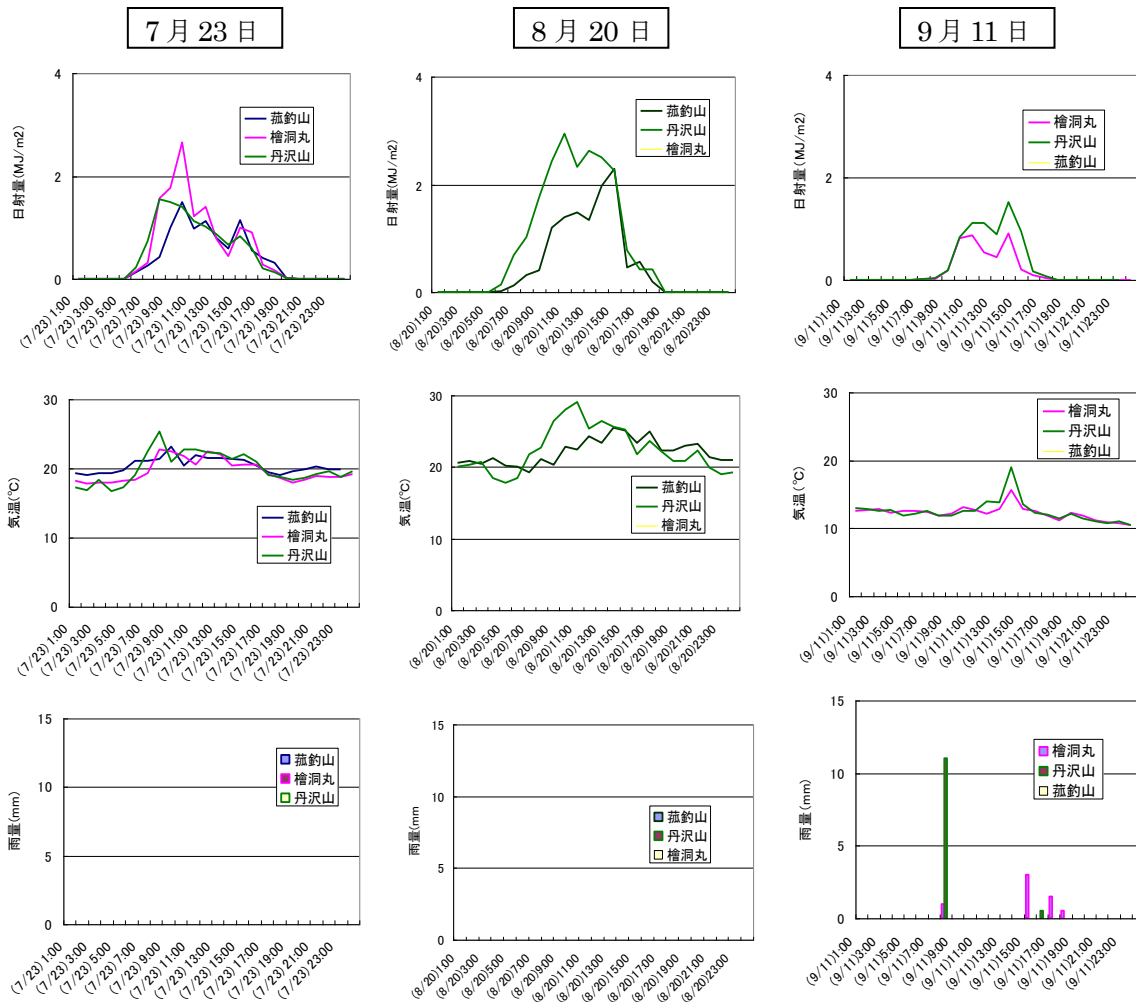


図2 水欠差調査日における菰釣山、檜洞丸、丹沢山の日射量、気温、雨量の時刻変化

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

A. 大気およびブナハバチモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Af. ブナ林のストレス診断調査
(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
(4) 担当者 齋藤央嗣・相原敬次・谷脇 徹

(5) 目的

これまで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等の影響が推定されているが、これまでの衰退原因に関する見解は状況証拠に基づく演繹的な推論であった。これまで可能性として挙げられてきた衰退原因が正しくブナの樹勢に影響を与えているのかについて、樹木生理学に基づく因果関係を検証する必要がある。そこで丹沢のブナ林衰退域におけるブナ成木の樹勢の衰退メカニズムに関する知見を得るために、現地に生育するブナ成木の葉を対象にゲノム網羅的な発現遺伝子解析に基づく環境ストレス診断を行い、衰退原因となる環境ストレス要因を明らかにする。平成 24 年度データの環境影響評価の検証と、丹沢及び他地域との比較を行うとともに、RNA-seq 解析のための個体ごとの発現遺伝子の塩基配列決定を行った。なお、調査は北海道大学の齋藤秀之講師との共同研究（一部委託，一部科学研究費補助事業）で実施した。

(6) 方法

供試葉の採取場所は、丹沢山、檜洞丸、堂平、菰釣山、三国山の 5ヶ所であった（表-1）。のうち、ゲノム網羅的な発現遺伝子の解析は、ブナ林の衰退が顕著で気象環境モニタリングが行われている檜洞丸と丹沢山であった。檜洞丸と丹沢山の海拔高度は 1540m と 1550m であった。また比較対照としてオゾン濃度が丹沢山系に比べて低くブナ林衰退が檜洞丸および丹沢山に比べて明瞭でない富士山南麓のブナ林 4 地点（海拔 1100～1300m）を解析に加えた。富士山の調査地のオゾン濃度環境は、パッシブサンプラー法で測定した。

檜洞丸および丹沢山で研究材料に用いたブナ成木は、外観で樹勢に衰弱が認められる 4 個体であった。檜洞丸の地形は西向き押し出しの尾根斜面であった。いずれの個体も林冠を構成する成木であった。

供試葉の採取日は 2014 年 7 月 23 日（曇天；採取時刻はほぼ 12 時 40 分～13 時 25 分）であった。供試葉の採取位置は樹冠の日当たりの良い部位であった。樹勢の目安には供試葉が着生した当年枝の伸長量、葉枚数、平均節間長（当年枝長を葉枚数で除して求めた）を用いた（表-2）。

遺伝子の発現量は葉を対象に目的遺伝子の mRNA 量で定量した。供試個体は採取 5 個体からさらに衰退の顕著な 3 個体を選んで実験に供した（表-2）。目的遺伝子の mRNA の定量のために、全 RNA の抽出を個葉 3 枚から行った。全 RNA の抽出方法には改良 cTAB 法を用いた。抽出した全 RNA の品質は分光光度計で 260/280 比とバイオアナライザーで RIN 値を確認した。遺伝子発現解析をゲノム網羅的に行うために、DNA マイクロアレイ法を用いた（アジレント社製）。マイクロアレイのプローブはブナ専用開発されたものを用いた（43,803 遺伝子で機能推定済み遺伝子が 12,446 遺伝子）。

環境ストレス評価では、多数の遺伝子群で構成される多次元データから環境要因との関係を解析するため主成分分析（PCA）を用いた。主成分分析には、先行研究で開発された酸性酸化性・温度・

乾燥の影響を識別できる指標性遺伝子（合計 628 遺伝子）ならびに、各遺伝子の発現量に対する固有値を利用して、供試葉の遺伝子発現パターンから各環境要因の影響の大きさを評価した。なお、第 1 主成分が酸性酸化性の影響（寄与率＝36.3%）、第 2 種成分が温度の影響（寄与率＝25.4%）、第 3 主成分が乾燥の影響（寄与率＝4.7%）を評価することができ、環境影響評価における酸性酸化性・高温・土壌乾燥の説明力が 66.4%（累積寄与率）である。

発現遺伝子の網羅的な塩基配列決定は、次世代シーケンサー（HiSeq2000, Illumina 社製）を用いて、100 塩基配列のペアエンド方式により 1 サンプル当たり全長 2 Gb 以上の分量の塩基を解読した。調査地は、丹沢山、檜洞丸、堂平、三国山の 4ヶ所で、1ヶ所につき 3 個体の反復で解析した（合計 12 個体, 表-4）。全 RNA の調製法は DNA マイクロアレイ法での調製法と同一で（前述）、共通の RNA サンプルを用いた。

表-1 丹沢山系 5 地点から採取された枝の形態

	個体数	シュート長 (cm)	葉枚数	節間長 (cm)
檜洞丸	5	2.2 ± 1.3	4.4 ± 0.6	0.5 ± 0.2
丹沢山	5	1.7 ± 1.0	4.1 ± 0.8	0.4 ± 0.2
堂平	5	7.6 ± 4.0	5.5 ± 1.1	1.3 ± 0.5
菰釣山	5	7.7 ± 3.0	5.6 ± 0.7	1.3 ± 0.4
三国山	5	5.8 ± 2.2	5.4 ± 0.7	1.0 ± 0.3

表-2 ゲノム網羅的発現遺伝子の解析に用いられた枝の形態

	個体数	シュート長 (cm)	葉枚数	節間長 (cm)
2014年				
檜洞丸	3	3.4 ± 1.5	4.3 ± 2.2	0.4 ± 2.3
丹沢山	3	1.3 ± 0.7	3.8 2.0	0.4 ± 0.2
2012年				
檜洞丸				
健全木	4	3.6 ± 2.8	4.2 ± 0.5	0.9 ± 0.7
衰退木	4	1.0 ± 0.5	3.2 ± 0.3	0.3 ± 0.2

(7) 結果の概要

① 枝の形態による樹勢解析

供試枝の形態を表-1 に示した。檜洞丸と丹沢山ではシュート長と節間長が顕著に小さく、檜洞丸と丹沢山では堂平、菰釣山、三国山に比べてブナ成木の樹勢が衰えていると考えられた。

② ゲノム網羅的発現遺伝子解析

檜洞丸、丹沢山、富士山の主成分分析のスコア値を表-3 に示した。檜洞丸、丹沢山、富士山の PC1 スコアは -22.6 ± 9.3、-16.6 ± 2.7、-11.7 ± 12.4（平均値 ± 標準偏差、反復 3 個体）であった。PC1 スコアを 3 地域で比較すると檜洞丸で最も値が小さかった（絶対値が最大）。また 2012 年の檜洞丸と PC1 スコア値を比較すると 2014 年の檜洞丸は衰退木と同レベルの値であった。2014

年檜洞丸の供試木はシュート成長が2012年と同様に悪く（表-2）、外観による衰退度判定で2～3であったことから、2012年の衰退個体と樹勢が同等に衰えていたと考えられ、PC1スコア値は大きな年変動を示さずに再現性があったと考えられた。また、PC1は酸性酸化性を指標することから、檜洞丸で最も酸化酸性化の影響を受けていることが示された。

PC2スコアは檜洞丸が -10.3 ± 4.5 、丹沢山が -6.9 ± 3.1 、富士山が -5.6 ± 0.6 であり、檜洞丸で値が小さい（絶対値が大きい）傾向があった。2012年檜洞丸とPC2スコア値を比べると絶対値でわずかに小さい値になっていたが、ほぼ再現性のある結果であったと言えた。

PC3スコアは檜洞丸が 4.3 ± 2.9 、丹沢山が 3.8 ± 2.5 、富士山が 2.3 ± 7.3 であり、スコア値の絶対値は小さく地域間で明瞭な差は認められなかった。

表-3 オゾン濃度とスコア値

	個体数	オゾン濃度 (ppb)	PCAスコア1 (酸性酸化性影響指標)	PCAスコア2 (温度響指標)	PCAスコア3 (乾燥影響指標)
2014年					
檜洞丸	3	40.8	-22.6 ± 9.3	-10.3 ± 4.5	4.3 ± 2.9
丹沢山	3	29.3	-16.6 ± 2.7	-6.9 ± 3.1	3.8 ± 2.5
富士山	3	25～32	-11.7 ± 12.4	-5.6 ± 0.6	2.3 ± 7.3
2012年					
檜洞丸					
健全木	3	32～35	-12.2 ± 4.5	-14.9 ± 1.3	5.0 ± 3.2
衰退木	4	35～38	-21.0 ± 2.5	-17.2 ± 2.0	6.8 ± 2.4
富士山	4	20～24	-4.0 ± 7.3	-8.9 ± 10.4	4.1 ± 6.5

③ オゾン影響

檜洞丸と丹沢山における葉の採取前1ヶ月間の月平均オゾン濃度は、40.8 ppbと29.3 ppbであった。また富士山では葉の採取前後の月平均オゾン濃度（パッシブサンプラー法）は25～32 ppbであった。2012年と2014年の全ての地域のデータを対象にオゾン濃度とPC1スコア値の関係を解析したところ、負の有意な相関が認められた（図-1, Pearson $r = -0.67$, $P < 0.01$ ）。この結果から、PC1スコアが丹沢山系のブナ林の酸性酸化性の影響度を評価する指標として有効であることが追認された。なお、オゾン濃度とPC1スコアならびにオゾン濃度とPC2スコアの関係はそれぞれ有意な相関は認められなかった（PC2: Pearson $r = 0.32$, PC3: Pearson $r = 0.09$ ）。

オゾン濃度と樹勢衰退との因果関係を生理学的に考察するために、個別の遺伝子の発現パターンを検討した。オゾン濃度が高いほど発現量を増加させた遺伝子には、酸化還元酵素をコードする遺伝子や障害誘導の遺伝子が確認されたことから、オゾンは葉の内部で酸化の影響を与え、葉は防御的に反応しているが、その影響は障害の誘導過程に達していると考えられる。他方で、オゾン濃度が高いほど発現量を低下させた遺伝子には、光合成関連のタンパク質やモレキュラーシャペロンなどの防御系タンパク質があった。これらのことから、オゾンは葉の防御機能や光合成機能を低下させ、樹勢を低下させていたと考えられる。以上をまとめると、檜洞丸や丹沢山ブナ林の衰退現象はオゾンが原因になっていると考えられた。

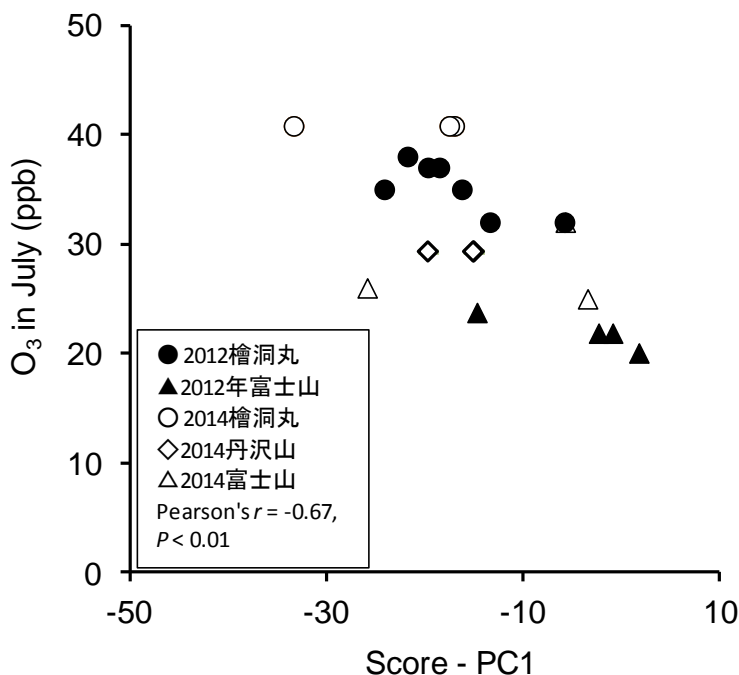


図-1 オゾン濃度と主成分分析の第1成分スコアの関係

④ 環境影響評価のまとめ

ゲノム網羅的発現遺伝子による環境影響評価の結果、丹沢山系檜洞丸と丹沢山のブナ林は共に酸化酸性化の影響をうけて葉の健全性が低下して樹勢を衰えさせていると考えられた。特に調査年を違えて再現性が認められ、また地域を越えた一般性のある結果が得られたことにより本年度の課題の目的を達成することができた。

今後は、評価方法について精度を向上させる必要がある。具体的には、酸性酸性化影響について、酸性と酸性化の影響を大別する必要がある。酸化の原因物質には酸性霧の硫酸や硝酸によるプロトンの供給が考えられ、酸性化の原因物質にはオゾンが考えられる。また、酸化酸性化影響が温度や乾燥への感受性に与える影響など、複合影響の評価も重要である。

⑤ 個体ごとの発現遺伝子の塩基配列決定 (RNA-seq 解析)

塩基配列解読で得られたデータ量および品質を表-4に示した。本年度は丹沢山、堂平、檜洞丸、三国山の4ヶ所から合計12個体(各地域から3個体)の解析を行った。品質確認後(クリーンデータ)の塩基配列の断片数は $2.6 \times 10^6 \sim 3.8 \times 10^6$ 個で塩基数は合計で2.6~3.8 Gbであった。Q20(99%精度で解読した塩基配列の割合)は98%以上であり、効率よい塩基配列の解読が実施できた。全塩基中のGC割合(グアニンとシトシンの割合)は43~44%あり50%から大きく隔たりがなく、個体間で大きな違いも認められなかった。遺伝子の発現領域の一塩基欠損や一塩基多型に基づく個体間の遺伝変異の解析が行うには十分な品質とデータ量を取得することができ、次年度に樹勢の衰弱と関連する遺伝子の特定を解析するためのDNA情報基盤を構築することができた。今後の課題として、RNA-seqデータの一塩基欠損と一塩基多型を解析することで、DNAマイクロアレイでは解析できなかった発現遺伝子の機能欠落

を踏まえた環境影響評価を個体ごとのゲノム変異に基づいて評価することができるようになり、ゲノム網羅的発現遺伝子に基づく環境影響評価法の精緻化を図ることが重要であると考えられる。

表一4 網羅的発現遺伝子の塩基配列決定に用いた供試木および塩基配列解読量の一覧

No.	RNA-ID	個体番号	採取年	断片数 ^(*) ($\times 10^6$)	塩基数 ^(*) ($\times 10^9$)	Q20 (%)	GC (%)
1	Fc-R07	檜洞丸 D446	2012	37.3	3.354	96.6	44.7
2	Fc-R08	檜洞丸 115	2012	43.1	3.882	96.6	44.9
3	Fc-R09	檜洞丸 144	2012	40.0	3.597	96.6	44.9
4	Fc-R10	檜洞丸 142	2012	37.8	3.402	96.6	44.9
5	Fc-R11	檜洞丸A18	2012	39.8	3.582	98.4	45.1
6	Fc-R12	檜洞丸 H601	2012	33.3	2.994	98.4	45.2
7	Fc-R13	檜洞丸 149	2012	35.2	3.165	98.4	44.9
8	Fc-R14	檜洞丸 146	2012	34.9	3.142	98.4	45.1
9	Fc-R43-2	檜洞丸 141	2012	25.5	2.299	99.0	45.4
10	Fc-R46-2	檜洞丸 148	2012	25.5	2.299	99.0	45.7
11	Fc_R48	丹沢山1	2014	32.4	3.242	98.4	43.6
12	Fc_R49	丹沢山2	2014	35.6	3.557	98.4	43.8
13	Fc_R50	丹沢山4	2014	38.7	3.870	98.2	43.8
14	Fc_R51	堂平1	2014	31.5	3.152	98.1	44.1
15	Fc_R52	堂平4	2014	30.7	3.075	98.4	43.8
16	Fc_R53	堂平5	2014	37.0	3.700	98.4	43.9
17	Fc_R54	檜洞丸36	2014	37.7	3.774	98.3	43.9
18	Fc_R55	檜洞丸1	2014	34.3	3.434	98.3	44.2
19	Fc_R56	檜洞丸2	2014	30.4	3.044	98.3	43.6
20	Fc_R57	三国山H110	2014	33.1	3.314	98.3	43.9
21	Fc_R58	三国山I131	2014	26.5	2.647	98.4	43.6
22	Fc_R59	三国山I132	2014	38.0	3.798	98.4	43.4

*: 品質確認済み

本年度の成果は2014年採取のサンプル(11~22番)である。

(8) 今後の課題

平成 27 年度は、ブナハバチの大量発生が予想され、サンプリングが制限される可能性がある。

(9) 成果の発表

1. 斎藤秀之・神村章子・山田幸靖・瀬々 潤・小倉 淳・清水(稲継)理恵・清水健太郎・齋藤央嗣・谷脇徹(2015) ゲノム網羅的な発現遺伝子を用いたブナ林の環境影響評価法ー丹沢ブナ林の事例ー. 山地森林域の生物・環境モニタリング第9回ワークショップ, 2015年3月10日ー11日, 神奈川大学, 横浜市(講演)
2. 斎藤秀之・瀬々 潤・小倉 淳・齋藤央嗣・谷脇徹・中村佐知子・村中康秀・山口高志・野口泉(2014) 遺伝子の発現解析は林木のストレス診断に有効か?ーブナ林の事例からー. 北方森林学会, Pa-22 2014年11月12日, 札幌市コンベンションセンター, 北海道札幌市(ポスター発表)

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
(1-1) 丹沢ブナ林等の衰退原因解明と再生技術の研究開発

- (1) 課題名 Ag. 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 19～28 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

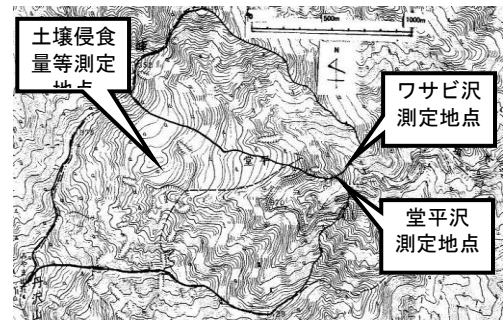
(5) 目的

これまでのブナ林衰退機構解明研究で衰退要因の解明がある程度絞り込まれてきたが、今後はブナ林を再生するための各種対策技術開発や順応的な再生事業を実施するためのモニタリング手法開発も必要である。そこで、ブナ林を中心に再生事業が開始された土壤流出対策について、対策技術の検証・見直しのための対策工のモニタリングと流域スケールで効果を検証するためのモニタリングの手法開発を行う。

(6) 方法

①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 年度に自然環境保全センター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。対策工の設置箇所は、標高 1150～1225m、勾配 12～41° の南東向きの斜面である。近傍では、平成 16 年度より土壤侵食量実態調査を行っている。さらに、下流に位置する堂平沢（標高 710m 地点）、および隣接するワサビ沢（標高 710 地点）に測定地点を設定した。各測定地点の集水面積は、堂平沢が 148.03ha、ワサビ沢が 58.75ha である。



②対策工の効果検証モニタリング

平成 17 年度（2005 年 12 月）、平成 18 年度（2006 年 10 月）にそれぞれ 32 個、34 個施工した計 53 個の各種対策工について、そのうちの土壤侵食量測定施設（侵食土砂の捕捉施設）が設置されている 31 個（2005 年 16 個、2006 年 15 個）の対策工を対象に、樹冠通過雨量を測定するとともに、各施工の翌年度から冬季（12 月～3 月）を除いて月に 1 回程度、土壤侵食量・リター流出量測定とリター被覆面積率及び林床被覆面積率を把握するための写真撮影を行った。土壤侵食量測定施設から回収した土砂とリターは、実験室に持ち帰り洗浄して分離し、105℃で乾燥させて絶乾重量を測定した。

また、調査地の近傍でブナ林の林外雨量、林内雨量、樹幹流下量を測定し、樹冠遮断損失率を算定し、当該地区の土壤侵食や溪流の直接流出を評価する検討材料とした。

③流域スケールの土壤保全効果モニタリング手法開発

堂平地区において、最近のシカの低密度化および林床植生の回復が、山地斜面の土壤侵食および溪流を流下する土砂（浮遊土砂）量に与える経年的な影響を明らかにするため、堂平地区のブナ林内の斜面の土壤侵食と下流の溪流での浮遊土砂流出の関係を把握した。堂平地区のブナ林内と下流の堂平沢、隣接するワサビ沢の各測定地点において、継続して（ただし冬季 1～3 月を除く）、河川流量、溪流の浮遊土砂量・浮遊土砂濃度を測定し、経年変化について解析した。

本研究は、東京農工大学への受託研究により実施した。

(7) 結果の概要

主な結果は以下のとおりである。(詳細は、受託研究報告書参照)

① 土壌侵食対策工の効果評価

林床合計被覆率と樹冠通過雨量 1mm 当たりの土壌侵食量の関係等を用いて土壌侵食対策工の土壌侵食軽減効果を評価したところ、ほとんどの土壌侵食対策工において、設置直後から土壌侵食量を大幅に軽減できた。その後、8～9年間の継続観測の結果、各土壌侵食対策工において、経年により土壌侵食軽減効果が増加するもの、横ばいのもの、徐々に低下するものがあることが明らかとなった(表1)。

表-1 各対策工の土壌侵食軽減効果評価一覧表

	初期の土壌侵食軽減効果		
	高	中	低
経年により効果が増加	ヤシネット工	リター捕捉ネット工	植生保護柵工
経年により効果が横ばい	竹ネット工	木製筋工、金網筋工	
経年により効果が減少	土嚢工	リターロール工A	リターロール工B

② ブナ林における樹冠通過雨量と樹冠遮断損失率

林内雨量及び樹幹流下量は林外雨量との高い相関が認められ、既存の研究と同じ結果となった。また、樹幹流下量は林外雨量の他に樹木の個体サイズによっても左右され、胸高直径の二乗や樹冠投影面積を用いて樹幹流下量の推定が可能であることが明らかとなった。

2014年に観測された堂平地区における樹冠遮断損失率は着葉期で±20%、落葉期で±10%であり、平均すると着葉期で7.5%、落葉期で0.8%であった。更に5-11月の平均では林外雨量に対し、林内雨量：86.8% 樹幹流下量：7.9% 樹冠遮断損失率：5.3%という結果が得られた。既存の研究では、栃木県ブナ天然林において林内雨量68.0%、樹幹流下量13.9%、樹冠遮断損失率18.0%(河野ら、1978)や、岩手県ブナ壮齢林において林内雨量54.8%、樹幹流下量23.3%、樹冠遮断損失率21.8%(村井ら、1978)との報告があり、先行研究と比べて堂平地区での樹冠遮断損失率は低い値を示した。これは、調査地の立木密度(神奈川県：350本/ha、栃木県：868本/ha、岩手県：1250本/ha)や一雨雨量(5-11月降雨量、神奈川県：2243.7mm、栃木県：1137.7mm、岩手県：630mm)が関係していると考えられる。すなわち栃木県と岩手県の地域では、堂平地区よりも5-11月の降雨雨量が少なく、少雨が多いことがブナ林での樹冠遮断損失率が大きくなった要因であると考えられた。

また、ブナは落葉広葉樹であるため、季節による開空度・樹冠通過雨量割合の変化が見込まれたが、開空度は季節変化したもの、樹冠通過雨量割合には変化が見られなかった。

③ 林床植生の回復が斜面土壌侵食量および溪流の浮遊土砂量の経年変化に与える影響

2010年～2014年の5カ年間の調査の結果をまとめると表-2のとおりであった。ここでは便宜的に前年比1.2以上を「増加」、0.8以下を「減少」と判定した。

表-2から以下の傾向が認められる。

- (1) 林床植生被覆率は経年的に増加傾向にある。
- (2) 斜面土壌侵食量は経年的に横ばい、あるいは減少傾向にある。
- (3) 溪流浮遊土砂量はワサビ沢では経年的に横ばい、あるいは増加傾向にあり、堂平沢では経年的に減少傾向にある。

特に(3)の原因としては次のことが考えられる。

豪雨時においてはワサビ沢では直接流出が占める割合が少なく、基底流出が占める割合が多い。一方、堂平沢では直接流出が占める割合が多く、基底流出が占める割合が少ない。このことから、

ワサビ沢では洪水中での地表流が占める割合が少なく、地中流・地下水流が占める割合が多く、堂平沢では洪水中での地表流が占める割合が多く、地中流・地下水流が占める割合が少ないと判断される。土壌侵食は主として地表流により発生し（畢力格図ほか 2013）、斜面下方に運搬されている。このため、地表流の割合が少ないワサビ沢では侵食された土壌の溪流への流出には時間がかかり、斜面における土壌侵食の影響が溪流の浮遊土砂量に影響を与えるのに時間がかかる（すなわち長期間経たないと影響がでない）。一方、地表流の割合が多い堂平沢では侵食された土壌の溪流への流出は短時間で行われるため、斜面における土壌侵食の影響が溪流の浮遊土砂量に影響を与えるのに要する時間が短いと考えられる。

これまでの調査・観測から、シカの低密度化が林床植生の回復につながっており、さらに斜面における土壌侵食の発生抑制にも寄与していることが示唆された。しかし斜面下方の溪流における明らかな浮遊土砂量の低減にはまだ至っていないと考えられる。今後とも継続的に浮遊土砂量の観測を行うことで、自然再生に向けたシカの個体数管理や土壌保全の取り組みの効果を、濁水発生抑制という観点から評価が可能であると考えられる。

表-2 各調査項目の経年変化（括弧内は前年比）

調査項目	測定場所	2010年 →2011年	2011年 →2012年	2012年 →2013年	2013年 →2014年
溪流 浮遊土砂量	ワサビ沢	増加 (7.67)	減少 (0.44)	増加 (2.13)	減少 (0.45)
	堂平沢	減少 (0.31)	増加 (1.90)	減少 (0.68)	減少 (0.79)
斜面 土壌侵食量	プロット①	減少 (0.57)	減少 (0.44)	減少 (0.26)	増加 (2.61)
	プロット②	増加 (13.22)	減少 (0.26)	減少 (0.20)	横ばい (1.20)
	プロット③	増加 (1.99)	横ばい (0.84)	横ばい (1.05)	減少 (0.36)
降雨量	堂平斜面	増加 (1.23)	減少 (0.79)	横ばい (0.83)	横ばい (1.11)
林床植生 被覆率	プロット③	横ばい (1.06)	増加 (1.88)	増加 (1.33)	横ばい (0.87)

(8) 今後の課題

・ブナ林斜面における侵食土砂の流出機構（斜面から溪流への移動過程と移動機構）については、徐々に知見が蓄積されてきたが、当初想定された堂平地区一帯の近年のシカ生息密度の減少と林床植生の回復に対する下流での浮遊土砂流出の減少については、まだ確認されていないため、今後もモニタリング調査を継続し検証する必要がある。

(9) 成果の発表

石川芳治ほか（2012）東丹沢堂平における土壌保全工の土壌侵食軽減効果の評価，神奈川県自然環境保全センター報告，10：

石川芳治ほか（2012）東丹沢堂平における流域スケールでの土壌保全対策効果の検証，神奈川県自然環境保全センター報告，10：

海虎ほか（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 Vol. 94，167-174

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ah. ブナハバチ成虫モニタリング
(2) 研究期間 平成24～28年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
(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2014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。調査は新日本環境調査株式会社への委託で行った。

(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（写真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中性洗剤入りのお水溶液を入れた。トラップの設置期間は4月上旬～6月下旬とし、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

2014年の雌成虫捕獲数は地点により平均で0～305個体と差があったが、全地点とも被食規模の小さかった2012年と同程度かそれより少なかった（表1）。檜洞丸において2010年以降の展葉期の雌成虫捕獲数を比較したところ、中規模な被食が発生した2010年や小規模であった2012年と同程度の捕獲数であり、卵密度も同様に、2010年、2012年と同程度であった（表2）。これらから2014年の被食は小～中規模であることが事前に予測され、実際に目立った被食は観察されず小規模に留まったことで、昨年に引き続き予測どおりの結果となった。

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

なし



写真1 黄色の衝突板トラップ

表1 2012～2014年の黄色の衝突板トラップによる雌成虫捕獲数（平均±標準偏差）

年	丹沢山	天王寺尾根	檜洞丸	大室山	菰釣山	三国山
2012年	82±40	12±10	394±133	191±99	10±10	2±2
2013年	237±119	54±30	1,060±510	643±519	46±35	1±1
2014年	73±38	8±5	305±69	145±80	7±7	0±1

表2 檜洞丸における展葉期のブナハバチ雌成虫捕獲数（平均）

項目	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
展葉中の雌成虫捕獲数（個体）	92	226	93	451	95
産卵密度（個／100葉）	24	35	23	80	20
食害状況	中	大	小	大	小？

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
A. 大気およびブナハバチのモニタリングとブナ林衰退への影響機構解明

- (1) 課題名 Ai. ブナハバチ繭モニタリング
(2) 研究期間 平成24～28年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
(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。調査は新日本環境調査株式会社への委託で行った。

(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 箇所格子点を土壌採取箇所として設定した（図-1）。2014 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 15 cm×奥行き 15 cm×深さ 2 cm 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と菰釣山では、繭密度がこれまでと同様に低密度で推移した（図-3）一方、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た（図-3）。繭密度は檜洞丸では依然として上昇傾向にあり、2014 年の檜洞丸は 782 個/m²とこれまでの最高値を記録した。大室山では繭密度が 311 個/m²へと減少したが、これはコドラート中央に位置する太いブナが枯死したことが影響したと考えられる。これまで 200 個/m²前後を横ばいで推移していた丹沢山では、2014 年には 382 個/m²に上昇した。これが一時的なものか、今後上昇していくのかを注意深く観察する必要がある。被食発生リスクは依然として大室山、檜洞丸、丹沢山で高い可能性がある。特に檜洞丸の定点においては高い水準が維持されており、防除によりリスクを低下させる取り組みが今後必要となってくる。現在は低密度だが今後密度上昇しないとも限らない三国山および菰釣山の繭密度を監視するため、引き続きモニタリングを継続する。

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

なし

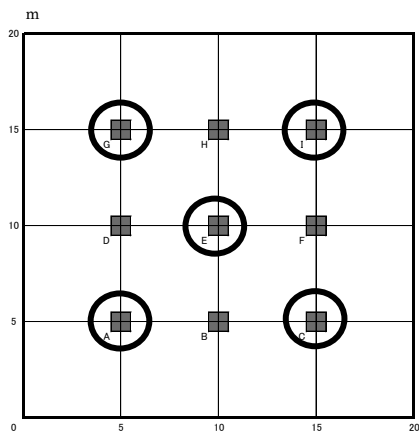


図-1. コドラート内の土壌採取箇所図

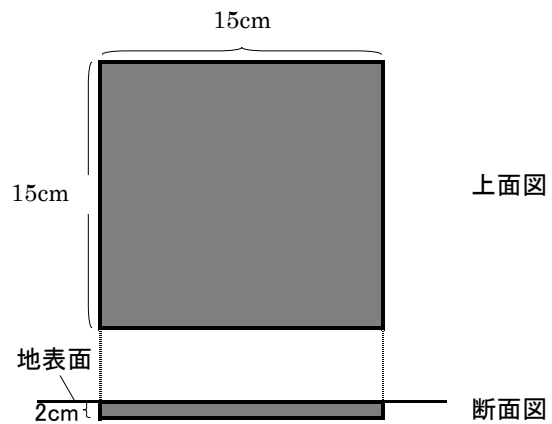


図-2. 土壌採取方法

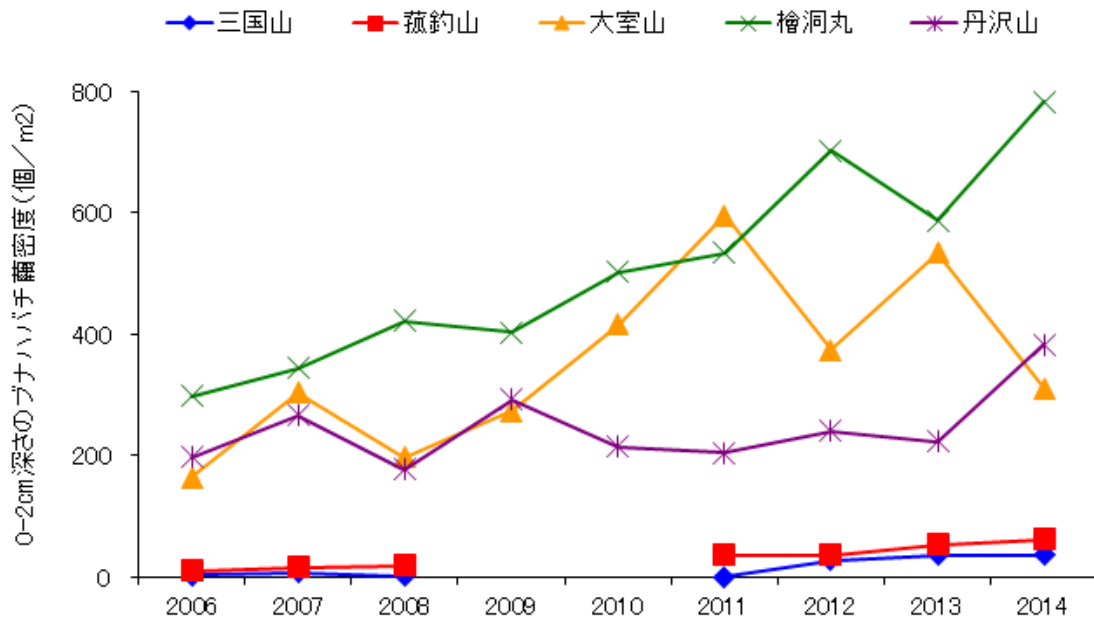


図-3. 定点における0-2 cm深さのブナハバチ菌密度の年次変動

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
B. ブナ林生態系の再生技術の改良

- (1) 課題名 Ba 大規模ギャップ森林再生試験
 (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

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5か所に植栽試験地と天然更新試験地を設定して、光環境と散布種子量、更新木、林床植生を調査してきた。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。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。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。これらのことから、少なくともミヤマクマザサ等を刈り取れば、低木林になる可能性はある。

そこで、本課題ではブナ等樹木が集団で枯死した場所と戦前から草原であった場所の計2か所において森林再生の可能性を検討するために、更新木や植生を調査する。合わせて、これまでに行ってきたブナ林再生実証試験地においても継続調査する。平成26年度の調査は、アジア航測㈱に委託した。

(6) 方法

①調査地

本課題の試験地は、丹沢大山国定公園特別保護地区内（相模原市緑区鳥屋地内と足柄上郡山北町玄倉地内）の7か所である（表1）。このうち、竜ヶ馬場と不動ノ峰は上層木がないササ草原となっている。平成26年度はこの7か所のうち5か所（天王寺、丹沢山（津久井）、檜洞丸、竜ヶ馬場、不動ノ峰）を調査地とした。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

	堂平	天王寺	丹沢山 (清川)	丹沢山 (津久井)	檜洞丸	竜ヶ馬場	不動ノ峰
ギャップ	小	小	中～大	中～大	中 大	大	大
開空度(%)	13-18	15-23	33-46	32-50	19-29 57-58		
試験区数(柵内外)	1セット	2セット	2セット	3セット	1セット 1セット	2セット	2セット
標高(m)	1,190	1,320	1,470-1,530	1,540-1,553	1,520 1,550	1,500	1,510
林床植生型	スサガ退行	スサガ退行	ミヤマクマザサ	高茎草本	高茎草本	ミヤマクマザサ	ミヤマクマザサ
調査開始年	2007	2008	2008	2010	2008	2012	2012
植生保護柵設置年	2006	2007	2008	2010	2005 2010	2013	2010
最終調査年	2013	2014	2013	2014	2013 2014	2014	2014
植栽木調査	○(2006-)	—	○(2008-)	—	— ○(2010-)	—	—
天然更新木調査	○(2007-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2010-)	○(2008-)	○(2012-)	○(2012-)
種子散布量調査	—	○(2008-)	○(2008-)	—	○(2008-)	—	—
種子播種						○(2013-)	○(2013-)
ササ刈取り						○(2013-)	○(2013-)

②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 のところで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。またササ草原の 2 か所では、柵の有無とササ刈取りを組み合わせさせた試験区を設定して(8 パタン)、当年生の実生の発生状況を 6 月と 9 月に調査した。

(7) 結果の概要

平成 26 年度に植栽木を追跡調査した檜洞丸では、植栽木 5 種のうちブナ(n=1)とシナノキ(n=31)の生存率は 4 成長期を経過しても 100%であったが、アオダモの生存率がもっとも低く 64%であった(図 1)。樹高は 5 種ともに緩やかに成長していた。

天然更新木について試験開始から 7 年経過した 5 つの調査地では、柵内では最大樹高がブナで 30~85cm、アオダモで 23~79cm、イヌシデで 46~189cm であったが、柵外ではいずれの樹種も 22cm 未満であり、シカの採食影響により樹高が高くなっていないことが示唆された。

ササ草原である竜ヶ馬場と不動ノ峰の 2 か所での調査では、当年生実生の樹高は竜ヶ馬場では処理区間による明瞭な差異を見いだせなかったが、不動ノ峰では柵内外で樹高の差異があり、柵内では刈取りと無処理区が 20cm であったのに対し、刈取り+播種区は 12cm であった。

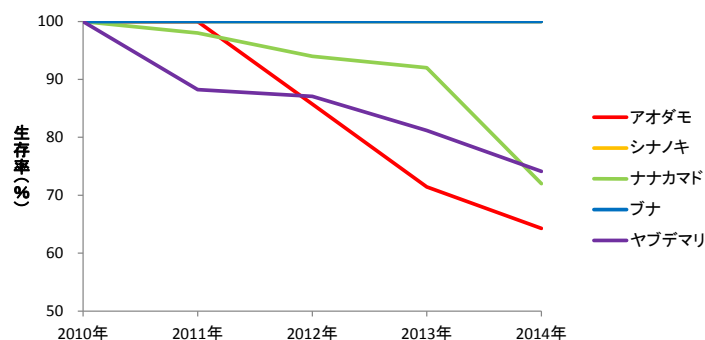


図 1 檜洞丸における植栽木の生存率の推移

(8) 今後の課題

- ・ 竜ヶ馬場と不動ノ峰ではササ刈取りと播種を組み合わせさせた試験を引き続き実施する。

(9) 成果の発表

- ・ 田村 淳・谷脇 徹・中西のりこ・井田忠夫・吉田直哉 (2015) 複合影響で衰退したブナ林の天然更新による森林再生の可能性—植生保護柵設置後 4~7 年の調査から。第 126 回日本森林学会大会学術講演集。
- ・ 田村 淳 (2013) シカによりスズタケが退行したブナ林において植生保護柵の設置年の差異が林床植生の回復と樹木の更新に及ぼす影響。日林誌 95: 8-14。
- ・ 田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉 (2012) 丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況—再生事業地における 3 年後の調査から—。神奈川県自然環境保全センター報告 9: 119-126。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
B. ブナ林生態系の再生技術の改良

- (1) 課題名 Bb. ブナハバチ防除試験
(2) 研究期間 平成24～28年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
(4) 担当者 谷脇 徹・齋藤央嗣・相原敬次

(5) 目的

丹沢山地の高標高域ではブナハバチの食害によるブナの衰弱・枯死が進行しており、被食の軽減対策が求められている。対象地域は丹沢大山国定公園の特別保護地区などの自然度が高い原生林のため、環境負荷が小さく、効率的・省力的な防除法の開発が求められている。平成26年度は長野県林業総合センター、サンケイ化学株式会社との共同研究により薬剤の樹幹注入試験を実施した。

(6) 方法

異なる環境での効果を明らかにするため、神奈川県厚木市七沢の神奈川県自然環境保全センターと、長野県塩尻市片丘の長野県林業総合センターの苗畑に生育するブナ若木を対象とした。用いた薬剤は植物への浸透移行性が高いとされるジノテフラン 8%液剤であり、これを展葉直前に樹幹に注入した(写真1)。注入木の産卵期にあたる展葉期に袋がけして成虫を放虫し(写真2)、その後の成虫、卵および幼虫の死亡率を調査した。



写真1 薬剤の樹幹注入



写真2 成虫の放虫

(7) 結果の概要

雌成虫による産卵は、薬剤の注入木においても妨げられることはなかった。一方、葉に産み付けられた卵は大部分が黒く変色して死亡し(写真3)、一部孵化した幼虫もすべて死亡した。注入木の枝を水さしして3～4齢幼虫を飼育すると、3齢幼虫は100%死亡し、4齢幼虫も大部分が死亡するか麻痺し、一部は摂食せずに終齢となった。注入木において葉の変色や注入孔の閉鎖阻害などの可視傷害は観察されなかった。

以上のように、本手法は樹体影響が軽微で、高い防除効果が認められたことから、現地のブナ成木に適用できる可能性が高い。



写真3 卵の黒変死亡

(8) 今後の課題

なし

(9) 成果の発表

谷脇 徹・猪野正明・鶴田英人・齋藤央嗣・相原敬次・岡田充弘 (2015). ジノテフランを樹幹注入した苗畑ブナにおけるブナハバチの防除効果. 第 126 回日本森林学会大会講演要旨集:p286.

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発
B. ブナ林生態系の再生技術の改良

- (1) 課題名 Bc. 丹沢山地森林変遷解析
(2) 研究期間 平成24～28年度
(3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
(4) 担当者 谷脇 徹・山根正伸

(5) 目的

さまざまな要因で森林衰退が著しい丹沢大山のブナ林を中心とする森林域において、丹沢山地の森林変遷について、2010年代の最新の空中写真を解析し、ブナ林衰退に関する時空間的特性を明らかにして、森林の衰退機構解明と丹沢山地の森林保全再生に資する基礎資料、ブナ保全マップの調製に資する情報を得ることを目的とする。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

神奈川県内の所有する空中写真のデータを用いて土地被覆のGISデータを作成した。使用した空中写真は、平成22年度 航空測量等委託業務（アジア航測）成果および平成23年度 航空測量等委託業務（アジア航測）で得られた成果を用いた（図1）。ファイル形式はTIFF形式オルソ画像および位置参照データ（*.tfw）である。



図1 用いた空中写真のサンプル図

作成範囲は、協議の結果、図2の黒枠で示したように大室山から鍋割山の稜線から半径200m以内、もしくは標高1,100m以上とした。

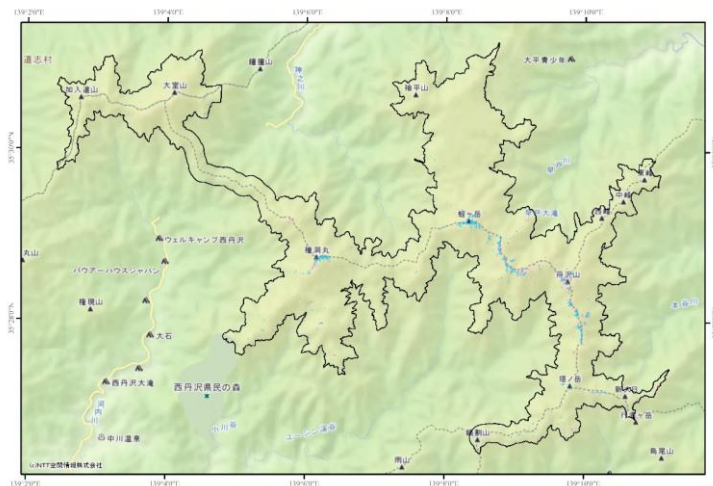


図2 2010年代土地被覆データの作成範囲

土地被覆の分類は、これまでの業務で他時期に作成されている土地被覆のデータと同様に、広葉樹林、針葉樹林、草地・裸地、崩壊地、人為改変地の5つの区分とした(表1)。

表1 土地被覆の区分

広葉樹林	ブナを含む広葉樹から成立する森林
針葉樹林	主に針葉樹が植林されている森林
草地・裸地	主に草地・裸地が多く占める箇所 (一部広葉樹が単木で成立している箇所を含む)
崩壊地	地形により土壌が流出している箇所
人為改変地	山小屋等人為的な改変されている箇所

(7) 結果の概要

画像の解析の結果、図3の土地被覆データが作成された。

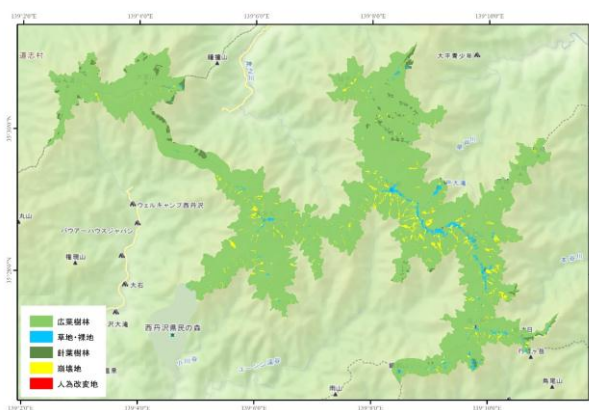


図3 作成した2010年代の土地被覆データ

ブナ林の衰退が顕著であるとされる稜線部においては1970年代と2000年代、2010年代の土地被覆データを用いて、草地・裸地化の時系列変化を分析した。2010年代の草地・裸地を1970

年代から草地・裸地の箇所 2000年代から草地・裸地に変化した箇所、2010年代から草地・裸地に変化した箇所の3つにわけて図化した(図4)。

稜線部において草地・裸地は1970年代から比較的多く存在していたことがわかる。しかし、檜洞丸周辺や蛭ヶ岳から丹沢山にかけての稜線部では1970年代から2000年代にかけて草地・裸地化が拡大しており、2010年代ではさらにその範囲を広げていた。

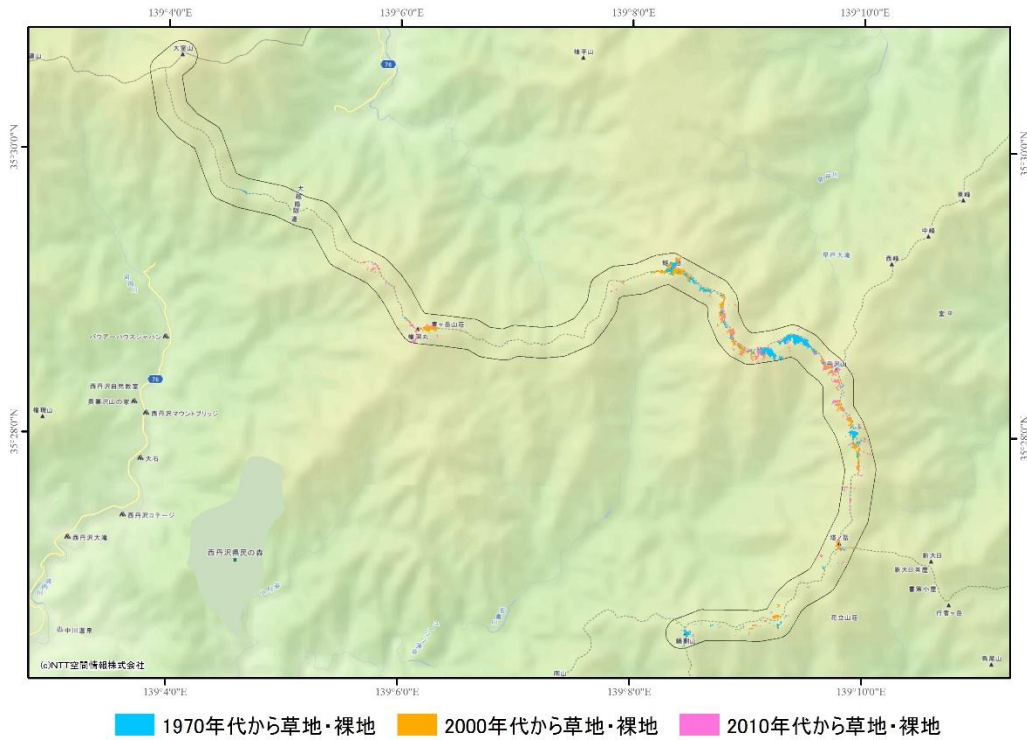


図4 稜線部における草地・裸地の変化

(8) 今後の課題

2010年代の最新の衰退状況が把握され、1970年代からの時系列変化が明らかとなったことから、これらを活用したブナ保全マップを作成し、対策を効果的に推進していくことを目指す必要がある。

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

A. 水源林の施業技術の改良

- (1) 課題名 **Aa. 水源林整備地のモニタリング**
 (2) 研究期間 **平成 19 年度～**
 (3) 予算区分 **水源林整備事業費**
 (4) 担当者 **田村 淳・赤嶺真由美・成瀬真理生**

(5) 目的

本課題の目的は、水源林整備事業の実施地における施業の効果検証である。平成 26 年度は、これまでと同様に整備事業地の植生モニタリングのほかに、広葉樹林の林分構造調査、センサーカメラを使ったシカの生息状況調査を行った。現地調査はすべて新日本環境調査(株)に委託して行った。

(6) 方法

調査内容は、①植生モニタリングと②広葉樹林の林分構造調査、③シカの生息状況調査である。①は 7 箇所 34 試験区 (プロット)、②は 5 箇所 11 試験区、③は①と同じ 7 箇所で行った (表 1)。H26 年度の調査箇所は、1 箇所は針葉樹人工林 (スギ、ヒノキ)、残りの 6 箇所は広葉樹林 (一部モミ林やススキ草含む) である。

調査方法は、①では光環境と植生を調査した。②では各試験区に 20m×20m 枠を 1 個ずつ設置して、胸高直径、樹高、伐採木の根元直径、林床植被率、光環境を調査した。③では各箇所にセンサーカメラを 2 台設置して、9 月上旬から 11 月下旬までの 3 ヶ月間に撮影される動物を記録した。なお、①の植生モニタリングは 2005 年度 (H19) に試験区を設定し 2009 年度に調査した箇所の追跡である。

表 1 2014 年度 (H26) 調査地一覧

契約地No.	場所	林相	柵の有無	調査項目									シカ生息 (地点)
				柵内外の セット	プロット (区)数	うち広葉 樹	植生	更新木	現存量	開空度	土壌移動 (鉄筋数)	広葉樹 林分構造 (プロット数)	
H15-協-19	相模原市緑区鳥屋奥野①	広葉樹	有	2	4	4	○	○	○	○	21	2	1
H11-協-22	相模原市緑区鳥屋奥野②	広葉樹	有	2	4	4	○	○	○	○	21	2	1
H14-協-09	清川村辺室沢	広葉樹	有	1	2	2	○	○	○	○	36	1	1
H15-協-08	厚木市七沢	針葉樹	有	2	4	0	○	○	○	○	36	-	1
H13-協-05	伊勢原市日向大山沢	広葉樹	有	6	12	12	○	○	○	○	15	済	1
H10-協-07	山北町玄倉竹本	広葉樹	有	1	2	2	○	○	○	○	21	2	1
H10-協-09	南足柄市矢倉沢字萱刈場	広葉樹	有	3	6	6	○	○	○	○	15	4	1
合計				17	34	30						11	7

(7) 結果の概要

ア 植生モニタリング

各試験区の開空度は、ススキ草原では 50%以上であったが、他のほとんどの試験区では 10%未満であつ

た。植被率を2時点で比較すると、人工林の4試験区（柵内外2セット）のうち柵内外の2試験区では変化なく、残りの2試験区では減少した。柵内外で植被率が減少した理由として、柵内においては柵が破損していたこと、柵外ではシカの影響が高まったことと光環境の悪化が考えられる。

広葉樹林の6箇所における2時点の変化では、柵内の植被率は前回よりも微増傾向を示したが、柵外では変化しなかった（図1）。草本層の現存量は柵外においても微増していた（図2）。

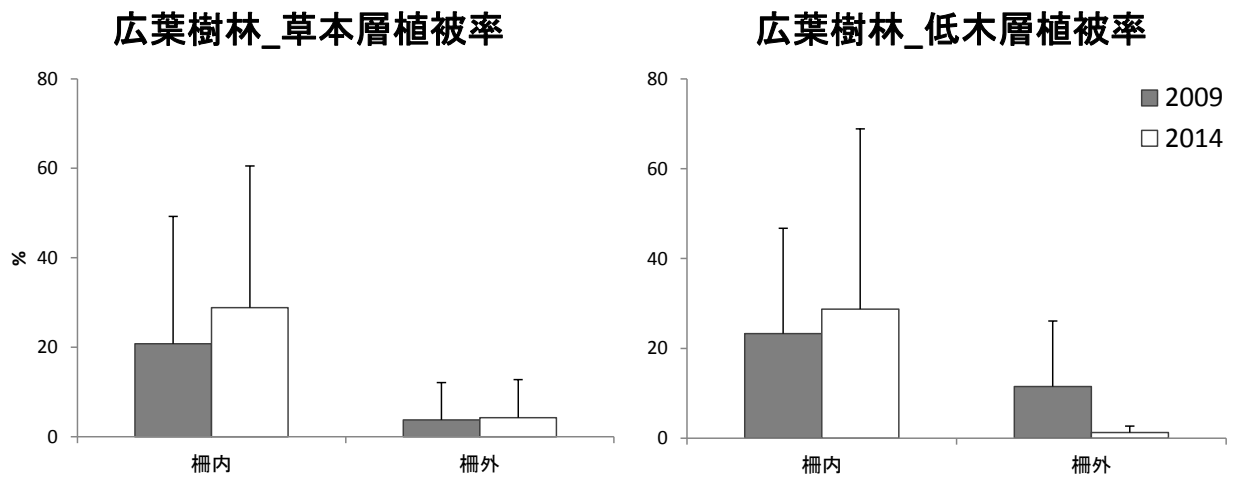


図1 広葉樹林6箇所の柵内外（n=12）における2時点の植被率（左：草本層、右：低木層）

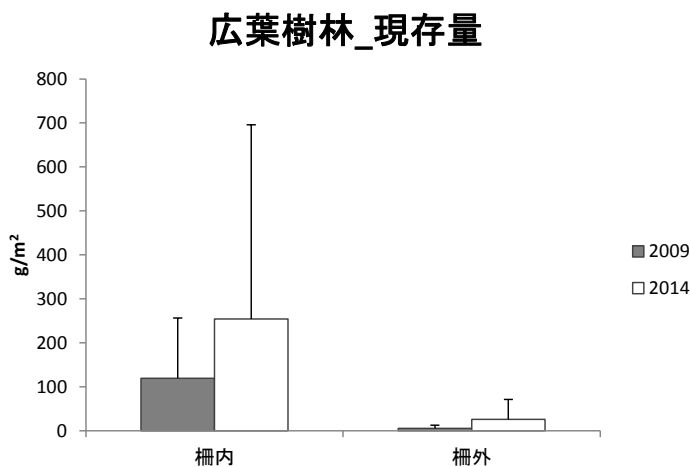


図2 広葉樹林6箇所の柵内外における2時点の草本層現存量

イ 広葉樹林整備地の林分構造調査

イヌシデやミズキ、サクラ属 spp. が優占する広葉樹林の5箇所10試験区で林分構造を調査したところ、10試験区ともに伐根はあるものの直径分布は逆J字型を保っていた。

シカの生息の多寡で草本層植被率の差異をみるために、丹沢山地と足柄山地の試験区間（丹沢 n=7、足柄 n=3、ススキ草原を除く）で草本層植被率を比較した。植被率は丹沢では平均10%未満であるのに対

し、足柄では68%であり足柄で高かった（図3）。

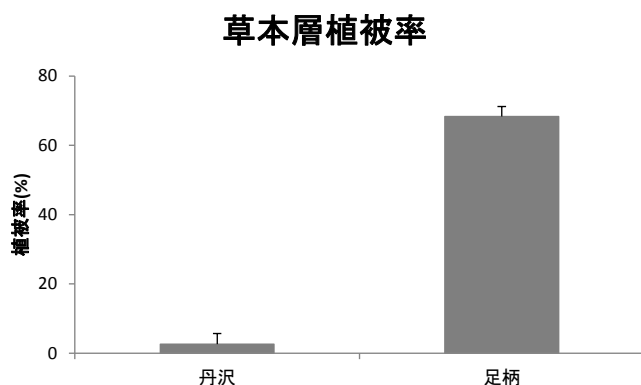


図3 2地域における広葉樹林の草本層植被率

ウ シカの生息状況調査

2014年度も全地点でシカは撮影され、もっとも多い箇所ではシカの撮影延べ数は392個体/2台/3ヶ月であり、少ない箇所では54個体/2台/3ヶ月であった（図4左）。各箇所での撮影された動物の全個体数に対するシカの相対優占度は51~91%の範囲にあり、いずれの箇所でもシカが優占種であった（図4右）。シカに次ぐ優占種はイノシシであった。

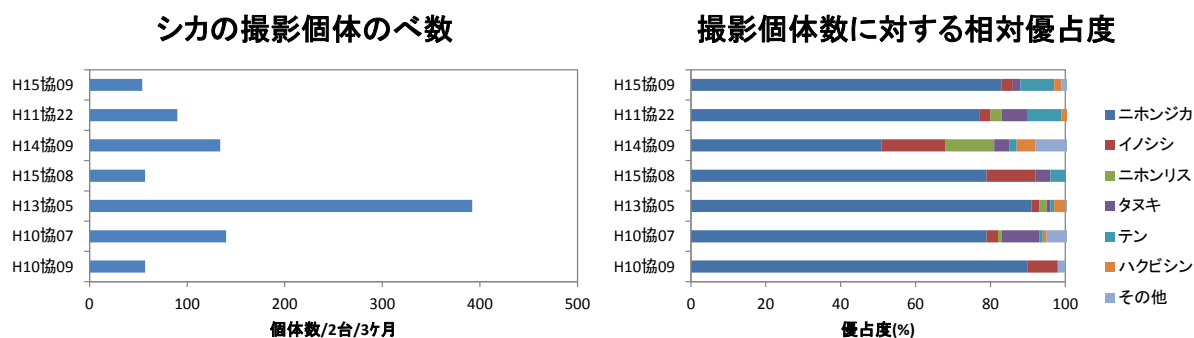


図4 センサーカメラによる動物の利用状況（左はシカの撮影枚数、右は全撮影枚数に対する動物の優占度）

(8) 今後の課題

引き続き水源林整備地でモニタリングする。

(9) 成果の公表

- 田村 淳・山根正伸・武田 潤・久富寛之（2013）神奈川県の水源地の施業地においてシカが林床植生に及ぼす影響. 神奈川県自然環境保全センター報告 11: 53-60.

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- A. 水源林の施業技術の改良

- (1) 課題名 **Ab. 人工林の針広混交林化調査**
- (2) 研究期間 **平成19年度～**
- (3) 予算区分 **水源林整備事業費**
- (4) 担当者 **田村 淳・赤嶺真由美・成瀬真理生**

(5) 目的

本課題の目的は、水源林整備事業地のうち針広混交林を目標林型とする人工林を対象として、群状間伐地と点状間伐地における高木性樹木の侵入状況を明らかにして、針広混交林への誘導の可能性を検討することである。2014年度（H26）は群状間伐地における5年目の高木性樹木稚樹の更新状況を調査した。また、2012～2014年度の3年間で調査した水源林モニタリング地点のうち針葉樹人工林のデータを用いて更新状況を解析した。2014年度の現地調査は新日本環境調査(株)に委託した。

(6) 方法

群状間伐地の調査では、2009年に群状伐採した20m×25mの更新面に4試験区（植生保護柵内、柵外の斜面上部、中部、下部）をつくり、各試験区に2m四方の調査枠を10個設置して、開空度と植生、高木性樹種の更新木と樹高を調べた。

点状間伐地の調査では、水源林モニタリング50地点のうちのスギ・ヒノキ人工林である12地点計23林分のデータを使った。各林分に2m四方の調査枠を10個設置して、高木性樹種の更新木のうち樹高の高い上位5本の樹種名と樹高を記録した。測定対象は両調査ともに樹高5cm以上とした。

(7) 結果の概要

ア 群状間伐地

更新木の種数は柵内で20種、柵外では12～13種であり、柵内で多かった。更新木の密度も柵内で高かった（表1）。全体として密度の高かった樹種はフサザクラとイヌシデ、アカメガシワ、カラスザンショウなどの先駆樹種とスギであった（表1）。他にはクマノミズキやヤマグワ、オオバノキハダなどが出現した。出現した樹種の種子散布型は鳥散布が主体であった。更新木の樹高を柵内と柵外で比較すると、柵内で高い樹種が多かった。柵内では最大樹高が500cmを越える樹種が2種あり、それはカラスザンショウとタラノキであった。一方、柵外では最大樹高が100cmを越える樹種はなく、最大樹高はフサザクラの80cmであった。

表1 群状間伐地における3年目の更新木の密度（個体数/ha）

樹種	柵内	柵外		
		斜面上側	中側	下側
フサザクラ	87	8	10	92
スギ	3	18	43	71
イヌシデ	1	13	10	19
キブシ	22	2	2	17
ケヤキ	3	21	4	8
アカメガシワ	32	1		1
クマシデ		6	7	15
カラスザンショウ	24		2	1
ヤマグワ	12	9		2
クマノミズキ	13	5	1	3
ヒメコウゾ	19	2	1	
タラノキ	11			
オオバノキハダ	8			
イタヤカエデ		3		4
アブラチャン	4		1	
アカシデ			1	2
クサギ	2	1		
ヌルデ	2		1	
コナラ			1	1
イロハモミジ	1			
カスミザクラ	1			
ネムノキ	1			
ミズキ	1			
ヤマザクラ	1			
種数	20	12	13	13
本数	248	89	84	236

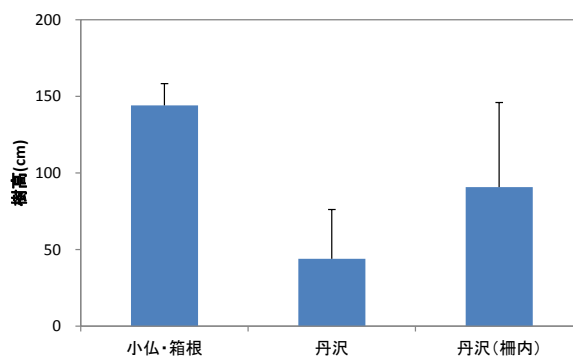


図1 シカの多寡を基にした3地域区分における樹高（縦棒は標準偏差）

イ 点状間伐地

23 林分において高木性樹木（小高木種含む）は 48 種が認められた。そのうち出現頻度が高かったのはエノキやアラカシ、ヤマグワ、イタヤカエデなどであった。ヤマグワといった先駆樹種の種数は少なく、耐陰性の高い樹種が多い傾向があった。

シカの影響の有無を考慮して、丹沢と丹沢（柵内）、小仏・箱根の 3 区分で高木種の密度を比較すると、丹沢では 100m²あたり 0～108 本（平均 56 本）、丹沢（柵内）では 3～110 本（平均 57 本）、小仏・箱根では 40～65 本（平均 54 本）であり、シカの影響の有無による本数の差異は認められなかった。一方で樹高は丹沢で低かった（図 1）。

(8) 今後の課題

引き続き事例を収集する。

(9) 成果の公表

- ・ 田村 淳 (2014) 高齢級スギ・ヒノキ人工林の林床植被の多寡が択伐後の高木性樹木稚樹の更新に及ぼす影響—シカを排除した 12 年間の調査から—。日本森林学会誌 96: 333-341.

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 B. 対照流域法による総合モニタリングー総括ー
(2) 研究期間 平成 19～28 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 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

水源環境保全・再生実行 5 か年計画（第 1 期：H19～23、第 2 期：H24～28）では、施策の効果を検証するためのモニタリング調査が計画されている。本研究課題は、その中でも森林で行われる事業を対象として、対照流域法等の流域試験の手法を用いて事業実施効果を流量等の観測により検証し県民に情報提供することを目的とする。

(6) 方法

第 1 期 5 か年（H19～23）に県内の水源の森林エリアの 4 箇所（東丹沢大洞沢、相模湖貝沢、西丹沢ヌタノ沢、南足柄フチデリ沢）に設定した各試験流域において、自然特性および水源環境の課題を踏まえて設定したそれぞれのモニタリングのねらいに従って、森林や溪流における各モニタリング項目のデータを取得した。

ここでは、プロジェクト全体にかかる研究業務について記述し、各試験流域における調査結果、水循環モデルによる予備解析、観測施設の保守・改良等の具体的な実施内容については、個別研究に示す。

①対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

当研究プロジェクトの全体の調整やモニタリング結果の検討を行うために、関係分野の学識者からなる対照流域モニタリング調査会を構成し、実務レベルの検討会議を 1 回開催した。

②研究分野別の部会等の開催

全体の検討会議では議論しきれない専門分野ごとの具体的な検討を行うため、水土砂分野の部会を 1 回、水生生物分野の打合せを 1 回開催した。

③研究成果報告会の開催

第 2 期水源環境保全・再生実行 5 か年計画の評価・改訂に関する県民会議等での議論の本格化に先立ち、研究連携課が取り組んできたモニタリング調査の成果を一般県民に報告する研究成果報告会を研究連携課主催で開催した。開催にあたり開催事務補助業務をランズ計画研究所が受託した。

(7) 結果の概要

① 第 16 回対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

日時：平成 27 年 1 月 9 日（金）9：30～12：30

場所：東京都千代田区神田多町 2-4 情報オアシス神田 オアシス 3

議題 1) 対照流域モニタリングの進捗状況について

2) 森林における水源環境保全・再生の中間評価について

概要：各専門委員から今年度調査の概要報告と意見交換を行った。今回の報告、議論の内容を受け、最新の結果を県民会議への報告資料等に反映させていく。

② 研究分野別の部会の開催

○名称：対照流域モニタリング 水・土砂分野部会

日時：平成 26 年 12 月 11 日（木）13：30～17：00

場所：東京農工大学 1 号館 402 会議室

概要：直営で実施しているヌタノ沢、フチヂリ沢の調査結果について報告し、専門委員の助言を受けた。

○名称：対照流域モニタリング調査会 水生生物分野打合せ

日時：平成 26 年 12 月 18 日（火）15:00-17:00

場所：横浜西合同庁舎 6A 会議室

概要：第 16 回対照流域モニタリング調査会検討会議の事前説明を行い、水生生物の調査の実施状況を報告するとともに、平成 27 年度以降の水生生物分野の取組みについて、意見交換した。

③研究成果報告会の開催概要

- ・タイトル 自然環境保全センター研究成果報告会 ～水源林再生の最前線～
- ・主催 神奈川県自然環境保全センター研究企画部 研究連携課
- ・日時 平成 27 年 2 月 27 日（金）18:30～20:30
- ・会場 横浜市開港記念会館 6 号室 （横浜市中区本町 1 丁目 6 番地）
- ・参加者 106 名
（内訳 関係団体・大学・個人：60 名、県・市町村関係：29 名、主催関係：17 名）

・プログラム

1)開会挨拶

神奈川県自然環境保全センター 所長 益子 篤

2)水源林の再生とは

神奈川県自然環境保全センター 研究連携課 課長 山中 慶久

3)水源林整備の意義と整備の効果

神奈川県自然環境保全センター 研究連携課 主任研究員 田村 淳

4)水源林整備と水や土の流出の関係

神奈川県自然環境保全センター 研究連携課 主任研究員 内山 佳美

5)水源林整備における生態系効果把握調査

自然環境保全センター 研究連携課 特別研究員 成瀬 真理生

6)全体講評

東京大学大学院教授 鈴木雅一

- ・開催記録（プレゼン資料、口述）は研究連携課ホームページにて公表。

※参加申込み多数のため、県・市町村職員向けに同じ内容（全体講評は除く）で第 2 回目を開催した。（平成 27 年 3 月 11 日（月）14:00～17:00 於：自然環境保全センター）

(8) 今後の課題

・森林における水源環境保全・再生対策の効果を専門的な見地から検証するための総合モニタリングであるため、研究分野が多岐にわたるうえ、森林の生育や土壌の回復のような長期的変化も視野にいれる必要がある。このため、大学等の研究機関との外部連携による継続的な体制を構築し、県内 4 か所に設定した試験流域におけるモニタリング調査を着実に継続する必要がある。

・水源税の第 1 期 5 か年計画では、県内 4 地域にそれぞれ試験地を設定し、森林における施策の効果を検証するための基本的な観測を開始することができた。第 2 期 5 か年計画では、各試験地において、それぞれのモニタリングの狙いに従って操作実験と検証を行い、成果をあげる段階と

なっている。このため長期的な効果の検証と同時に、短期間でも変化が検出できるような項目を選定して並行して検証していく必要がある。

(9) 成果の発表

内山佳美・山根正伸・横山尚秀・山中慶久（2013）神奈川県における水源環境保全・再生施策の検証方法とその実施状況、神自環保セ報 10、1-12

内山佳美・山根正伸（2011）ニホンジカ影響が顕著な東丹沢大洞沢における水源かん養機能モニタリング、平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集、38-39、2011 年 5 月

内山佳美・山根正伸（2008）森林における水環境モニタリングの調査設計—大洞沢における検討事例—、神自環保セ報 5、15-24

表 1 対照流域法等による森林のモニタリング調査の全体スケジュール

	H19～23 (2007～2011)	H24 (2012)	H25 (2013)	H26 (2014)	H27 (2015)	H28 (2016)	H29～33 (2017～2021)	H34～38 (2022～2026)
施策スケジュール	第1期実行5か年計画	第2期実行5か年計画					第3期 5か年計画	第4期 5か年計画
対照流域法等による モニタリング調査	試験流域の設定と 事前モニタリングの開始	対照流域法における整備の実施と事後モニタリングの開始					モニタリング継続	モニタリング継続
東丹沢 (大洞沢)	H19事前検討、H20施設整備・ 観測開始、H23整備	・事後モニタリング				第 2 期 成 果		
相模湖 (貝沢)	H20事前検討、 H21施設整備・観測開始	・事前モニタリング ・整備実施	・事後モニタリング					
西丹沢 (ヌタノ沢)	H21事前検討、 H22施設整備・観測開始	・事前モニタリング	・事前モニタリング ・整備実施	・事前モニタリング				
南足柄 (フチヂリ沢)	H22事前検討、 H23施設整備・観測開始	・事前モニタリング	・事前モニタリング	・事前モニタリング (・H26以降必要に応じて整備)	モニタリング			
水循環モデル	広域/小流域水循環モデル構築、 一部シナリオ解析	モデル解析	モデル解析	モデル解析	モデル解析		モデル解析	モデル解析
成果	年度ごとの成果取りまとめ 中間とりまとめ(H22)	第1期成果取り まとめ(センター 報告)	研究報告会等	事業報告会等	第2期見直し のための成果公表	第2期とりまとめ	10年後の結果	15年後の結果



試験流域	自然特性等	モニタリングのねらい	観測開始
東丹沢 「大洞沢」	宮ヶ瀬湖上流、 新第三系丹沢層群 人工林、シカ影響	シカ管理と人工林管理 の効果を検証する	H21
小仏山地 「貝沢」	相模湖支流、 小仏層群（頁岩） 人工林	水源林整備の効果を 検証する	H22
西丹沢 「ヌタノ沢」	丹沢湖上流、 深成岩（石英閃緑岩） 広葉樹、シカ影響	シカ管理を広葉樹整備 の効果を検証する	H23
箱根外輪山 「フチヂリ沢」	狩川上流、 外輪山噴出物、 人工林	当面は、当該地域の基 本的な水源環境の特性 を把握	H24

図 1 県内 4 箇所の試験流域とモニタリングのねらい

表2 対照流域モニタリング調査会検討会議 構成員（平成26年度）

	氏名	所属役職	就任
専門委員	石川芳治 (座長)	東京農工大学大学院農学研究院 自然環境保全学部 教授 【水・土調査】(堂平・大洞沢)	H19～
	白木克繁	東京農工大学大学院農学研究院 自然環境保全学部 准教授 【水・土調査・小流域水流出モデル】(貝沢ほか)	H19～
	戸田浩人	東京農工大学大学院農学研究院 自然環境保全学部 教授 【水質等調査】(貝沢・大洞沢)	H19～
	五味高志	東京農工大学大学院農学研究院 国際環境農学部 准教授 【土砂・土壌流出】(大洞沢)	H21～
	平岡真合乃	東京農工大学大学院農学研究院 国際環境農学部 研究員 【土砂・土壌流出】(大洞沢)	H23～
	鈴木雅一	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授 【水収支調査】(大洞沢)	H21～
	小田智基	東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教 【水収支調査】(大洞沢)	H21～
	江草智弘	東京大学大学院 農学生命科学研究科 研究員 【水収支調査】(大洞沢)	H25～
	堀田紀文	筑波大学大学院 生命環境科学研究科 准教授 【水収支調査】(大洞沢)	H21～
	吉武佐紀子	元湘南短期大学(現神奈川歯科大学) 教授 【付着藻類調査】(大洞沢・貝沢)	H19～
	石綿進一	神奈川工科大学 客員教授 【底生動物調査】(ヌタノ沢ほか)	H19～
オブザーバー (専門)	株式会社地圏環境テクノロジー	【広域水循環モデル】	
オブザーバー (行政)	南足柄市		
	東京神奈川森林管理署		
	水・緑部 自然環境保全課		
	水・緑部 水源環境保全課		
	水・緑部 森林再生課		
	環境科学センター		
	県央地域県政総合センター農政部/水源の森林部		
	県西地域県政総合センター森林部		
事務局	自然環境保全センター研究企画部研究連携課		

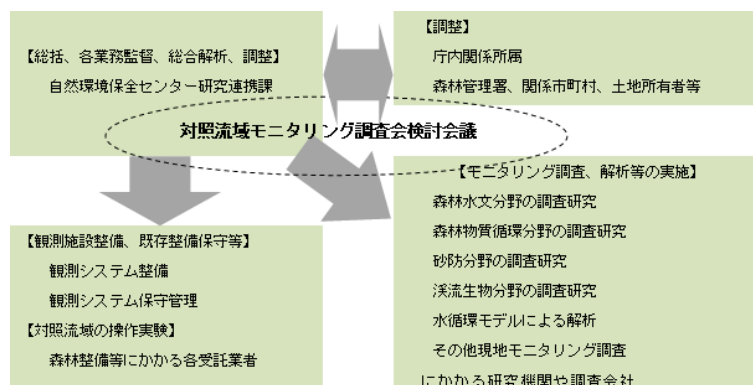


図2 平成26年度実施体制

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 Ba. 観測施設保守・改良
 (2) 研究期間 平成19～28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

第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づいて、対照流域法等による森林のモニタリング調査の基盤データを取得するために、各試験流域の観測施設の維持管理・改良、対照流域試験の操作実験にかかる施設整備を行う。

(6) 方法

各試験流域の観測施設の定期点検や施設の改良・修繕・機器更新、豪雨等の影響により必要になった量水堰の浚渫工事を行った。特に平成26年2月の例年になく大雪の影響で、現地の電源・通信配線等への影響があり、年度初めに修繕を行った。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成26年度）

箇所	業務内容	工期	受託者
大洞沢	センサーカメラによる植生保護柵内のシカ侵入有無の把握	-	(直営)
	観測施設の定期点検・保守(全9回)	4/17 ~ 3/25	神奈川県森林組合連合会
	同軸ケーブル修繕(NO4-NO5地点間の通信不具合の復旧)	4/25 ~ 7/31	アズビル(株)
	植生保護柵(流域No.3)の補強、扉2か所増設	5/7 ~ 6/30	(株)落合組
貝沢	量水堰(No.1～4)の浚渫工事	5/2 ~ 6/30	(有)榎本工業
	観測装置の配線修繕・支持線張り替え等(積雪影響の対応)	5/2 ~ 6/30	(株)ウイジン
	進入路補修工事(貝沢林道の路盤工補足材充填、横断工清掃)	10/14 ~ 12/26	(有)榎本工業
ヌタノ沢	植生保護柵の定期点検とセンサーカメラによる周囲のシカ把握	-	(直営)
	観測施設・システムの定期点検・保守	4/17 ~ 3/25	(株)ウイジン
フチヂリ沢	観測施設・システムの定期点検・保守※	6/4 ~ 3/25	日本ミックニヤ(株)
	水文観測施設の濁度センサー交換(TC500→TC3000)	4/18 ~ 8/25	(株)ウイジン
データ管理	共通利用データサーバの保守管理支援	4/17 ~ 3/31	(有)日本デジタルワークス
	観測DB登録システムの保守改良、バックアップ機器の接続整備	10/30 ~ 3/30	(有)ネプス

※委託調査の業務の一環として実施

(7) 結果の概要

①大洞沢の植生保護柵補強・扉増設

植生保護柵については、定期点検、簡易補修・補強を行っているが、地際の侵入痕跡が数回みられていたため、一部区間に地際に带状に金網を設置し補強した。植生保護柵の扉を2箇所増設した。

②センサーカメラによる植生保護柵内のシカ侵入監視（大洞沢）

平成26年6月よりセンサーカメラを8台設置、撮影状況をみながら設置箇所を調整した。

夏季に柵のシカ侵入箇所を発見、処置し、その後はシカ侵入みられなかったが、冬季に侵入。侵入箇所を思われる場所の補強を重ねているが、月に数回の期間写る。いずれもメス1頭で同一個体と思われる。

柵内に侵入した場合に、図1の(7)、(9)などの位置に多く写っていた。

③量水堰の浚渫工事（貝沢）

実施日：水替 5月16日～、
浚渫 5月19、20日、
堰の水抜き栓閉塞 5月21日
浚渫土砂量（概数）：N01=1 m³、
N02=1.5 m³、N03=2 m³、N04=4.5 m³

④進入路補修工事

実施場所：貝沢林道路路面補修（路盤材補足）
3箇所（①330m、②50m、③120m、計500m）
④センサーカメラによる植生保護柵内のシカ侵入監視（ヌタノ沢）

平成26年6月よりセンサーカメラ2台を量水堰付近に設置、12月より7台を柵周囲に設置。柵内の踏査やセンサーカメラの画像から、これまでにシカ侵入の痕跡はなし。

⑤フチゼリ濁度センサ交換

実施日：平成26年8月22日

実施内容 当初設置した濁度センサでは、出水時に測定範囲を超えることがあるため、測定レンジの異なるものに交換。（オプテックス製 TC-500→TC-3000）

(8) 今後の課題

- ・量水堰の土砂の堆積や施設の破損等によって欠測になった場合は、迅速な対応を行い欠測期間を最小限にする必要がある。
- ・日頃から観測の精度を維持するために、定期点検を行い、異常等の早期発見、早期対応を行う必要がある。また、大きな施設破損につながる前に、日頃からきめ細かく予防的な措置を行う必要がある。
- ・大洞沢の植生保護柵はさらに補強するとともに、シカ侵入時に捕獲しやすいよう柵内をさらに柵で仕切ることが望ましい。ヌタノ沢の植生保護柵は、シカが侵入しないように、また万が一破損やシカが侵入しても早期に発見できるように日頃からきめ細かい対応をしておく必要がある。

(9) 成果の発表

内山佳美・山根正伸（2013）対照流域法によるモニタリング調査のための観測システムの整備，神奈川県自然環境保全センター報告、10：13-21

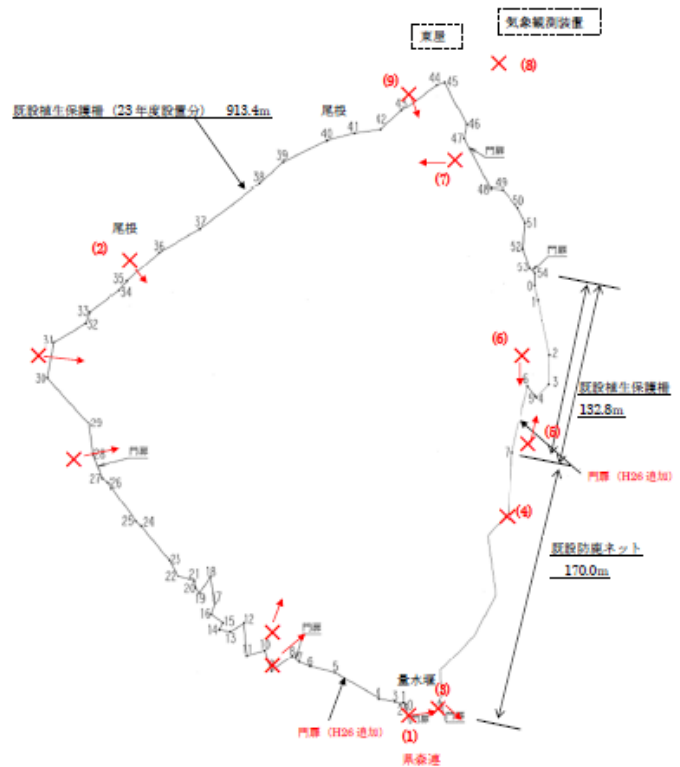


図1 大洞沢の植生保護柵門扉の増設箇所とH26時点のセンサーカメラ設置箇所

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 Bb. 大洞沢モニタリング調査
 (2) 研究期間 平成 19～28 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 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、各試験流域において対照流域法により総合的なモニタリング調査を行う。大洞沢では、約 3 年間の事前モニタリングの後に、平成 23 年度後半に実施流域において植生保護柵を設置した。平成 24 年度以降は事後モニタリングを行い、植生保護柵の設置（シカの保護管理）効果を流域スケールで検証する。

(6) 方法

森林整備やシカ管理等による事業効果の検証にあたり、愛甲郡清川村煤ヶ谷地内（大洞沢）において、流域からの水流出、水質形成機構、土砂流出動態に関するモニタリングを継続して実施した。本研究は、東京大学（以下項目の①）及び東京農工大学（同、②）への受託研究により実施した。（詳細は、各受託研究報告書参照）

また、これまでの事前モニタリングで流域内の裸地が主な土砂生産源であることが明らかになっているが、斜面の生産土砂の河道への流入の実態を調べる方法のひとつとして、流域No.3 の河道周辺の三次元地形計測を行った。本調査は、サンコーコンサルタント（株）が受託して実施した。（詳細は、委託報告書参照）

① 水収支・流出特性、水質形成機構

大洞沢流域内の No1(48ha)、No3(7ha)、No4(5ha)の 3 流域を対象とし、水文観測（降水量、流出量）を行った。得られた降水量・流出量から年間の水収支を求め、年損失量を算出した。次に、洪水流出時の直接流出量・ピーク流出量を求め、洪水流出後の流出逓減速度を求めた。得られた結果より植生保護柵設置前後の流出特性の変化について検討した。

降水量の観測は、口径 20cm、降水量 0.5mm で 1 転倒する転倒升式雨量計による自記記録と、口径 20cm の貯留式雨量計を併用することにより観測を行った。

流出量観測は、大洞沢流域の 48ha, 7 ha, 5 ha 流域の末端の No1, No3, No4 地点に設置された量水堰にて行った。水位は、水圧式水位計を用いて自動的に計測し、水位流量関係式を用いて流量データに変換した。

洪水流出特性の指標として、直接流出量とピーク流出量を用い、流出逓減の指標として、モデル式から流出逓減係数を用いた。流量が減少する際の傾きの変曲点は、片対数グラフ上で目視で

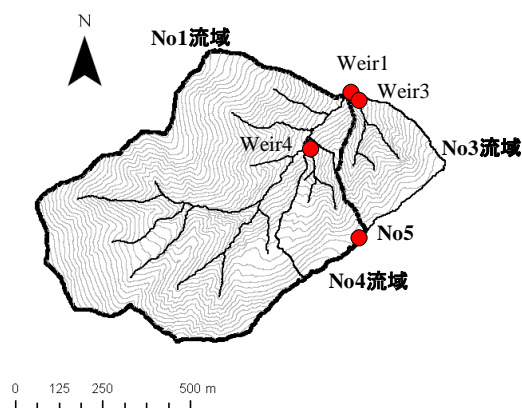


図 1： 大洞沢流域 観測地点

決定した。流出逓減解析では、 $Q_t = Q_0(1 + a_2t)^{-2}$ のモデル式を変曲点から 10mm 降雨が降るまでの流量データに対してフィッティングさせ、流出逓減係数 a_2 を求めた。

降雨・渓流水の水質サンプルは、それぞれ降水量・流量の観測地点において観測ごとに採水した。観測は 2009～2014 まで 2 週間～一月に一度の頻度で定期的に行われている。また、2014 年には、2014/4/30-5/1, 2014/6/11-13, 2014/10/6-10/7, 2014/10/12-14 の計 4 回、自動採水器を用いて、洪水流出時の N03, 4 流域の渓流水を 1-2 時間おきに採水した。採取してきたサンプルは、イオンクロマトグラフィーにより分析し、N03-, NH4+, Cl-, SO42-, Na+, K+, Ca2+, Mg2+ の濃度を測定した。

② 土砂流出動態

a. 流域の土砂流出の観測（継続）

対象とする 2 箇所の試験流域における流出土砂量を把握するために、流域末端部の量水堰において、濁度の経時変化の観測を行い、台風などの大規模降雨時には、自動採水器による渓流水のサンプリングを行って浮遊土砂濃度を測定した。また、大規模降雨後に、量水堰の沈砂池内に顕著な土砂堆積が見られる場合には、横断測量によって堆積土砂量を計測し、流域からの流出土砂量を把握した。

b. 斜面の土砂生産の観測（継続）

2 箇所の試験流域の斜面における土砂生産量を把握するために、斜面末端部に 2 箇所ずつ設置されている土砂捕捉プロットにおいて、土砂およびリター流出の観測を行った。一定期間ごとにサンプル回収を行い、捕捉土砂およびリターの乾重量を計測するとともに、土砂については粒径分布も計測した。

c. 斜面内の土砂生産源と生産機構の把握

2 箇所の試験流域内の斜面における林床被覆の動態を把握するために、各流域に 50×50 cm のプロットを計 7 箇所設置して、インターバルカメラによる定点観測を行った。得られた画像を解析し、林床植生、リター、それらを合わせた林床被覆率の季節変化を把握し、影響要因との解析を行った。

d. 斜面内の土砂流出過程の推定

対象とする 2 箇所の試験流域の末端で観測される土砂の生産源と流出過程を推定するために、それぞれの流域内で土壌採取を行った。土壌が安定している場と、土壌が不安定な場における放射性セシウム (Cs-134 と Cs-137) の存在比によって、斜面内の土砂流出過程を検討した。また、土砂移動にともなう土壌状態の変化を把握するために、土砂捕捉プロットで回収した土砂中の放射性セシウム濃度、炭素量、窒素量を計測し、土壌流亡にともなう栄養塩類の動態についても検討した。

e. 三次元河道地形計測データの解析

斜面から河道への土砂の供給の実態を把握するため、平成 25 年 7 月 22 日に現地で河道地形の三次元計測を行いデータを取得した。N03 流域の中流部の河道付近を対象に、3D スキャナ計測地点（計 3 地点、木杭）を設置し、ここから 3D スキャナを用いて周囲の地形・植生状況の三次元座標計測 (RGB カラー取得含む) を行い、計測した三次元点群の座標計算を行った。各計測地点それぞれの点群データには、同時に取得した RGB カラーデータを付与し、統合した点群データを作成した。

③ 三次元河道地形計測

河道地形の時系列変遷を詳細に把握する試みの一環として、平成 26 年 12 月 17 日に東京農工大学と同一の手法で河道地形の三次元計測を行い点群データを取得した。

(7) 結果の概要

主な結果は以下のとおりである。(詳細は、受託研究報告書参照)

①水収支・流出特性、水質形成機構

・2014 年年間水収支

3127mm の降雨に対して、流出が No1, 3, 4 流域でそれぞれ、2333, 2249, 3018mm となり、損失量が 794, 878, 109mm となった。2010～2013 年までと同じく、No3 が最も多く、No4 の損失量が最も少なかった。

・植生保護柵設置が洪水流出特性に及ぼす影響

No3 流域の植生保護柵設置前後(植生保護柵設置後は2013年までと2014年の2期間に区分)の直接流出量と合計雨量の関係进行调查した(図2)。図は降雨開始時の流量で0.1, 0.2 mm/hr を閾値に用い3つに区分されている。合計雨量が大きくなるにつれて、直接流出率が増加していた。降雨開始時の流量が大きいほど直接流出量は多く、特に数百 mm の降雨イベントで顕著な差が生じている。100mm を超える大きい降雨イベントの数に限りがあるが、概ね、それぞれのグラフは一つの曲線上に全ての期間がプロットされており、期間ごとの差は見られなかった。従って、少なくとも2014年までにおいては、植生保護柵設置による直接流出量への影響は少なく、検出できない範囲にあると考えられる。

No1, No3 流域間のピーク流出量の関係性について、植生保護柵設置前後の差を調べた(図3)。結果は両対数グラフで表示している。2流域の関係性は非線形であり、ピーク流出量が1mmを超えて大きくなるに伴い、No3流域の値が顕著に大きくなり、その後次第に差が小さくなっていく。3期間の差は少なく、非線形の関係も期間による違いは見受けられない。以上より、2014年までの観測結果からは、ピーク流出量に関しても植生保護柵設置の影響は検出できなかった。

・植生保護柵設置が流出逡減に及ぼす影響

No3 流域における植生保護柵設置前後の流出逡減係数と逡減開始時の流量の関係を比較した(図4)。既存の研究例と同様に、逡減開始時の流量が大きいほど、流出逡減係数が大きく、流量の減少量が多い。大洞沢流域では季節による流出逡減係数の差は見られなかった。同一期間の結果についても、計算値のばらつきは大きかった。しかしながら、全ての期間の結果について、概ね範囲は同一であり、一つの直線上にプロットされ、期間ごとの差は小さかった。従って、降雨後の流

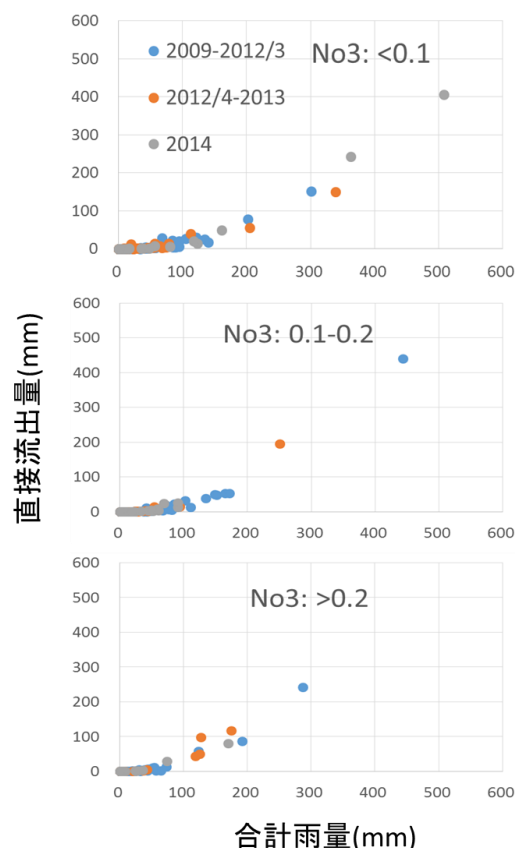


図2 No3 流域における直接流出量と合計雨量の関係

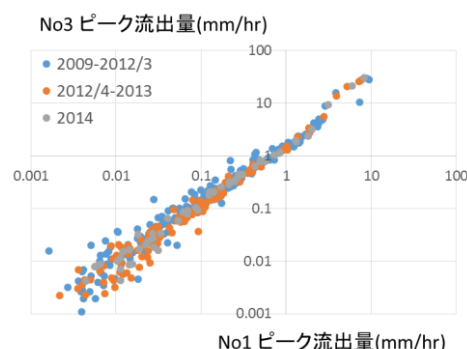


図3 No1 流域と No3 流域のピーク流出量の関係

出通減についても、植生保護柵設置前後の差は小さく、検出できないことが明らかになった。

- ・平水時における森林整備前後の水質変化

図2は平水時のNO₃-濃度の時系列変化と植生保護柵設置前の平均値を100とした時のNO₃-割合の時系列変化を示したものである。No1, 3, 4のいずれの流域でも、植生保護柵設置後のNO₃-濃度は減少傾向にあることがわかる。また、保護柵設置前から濃度の大小の傾向は変わっておらず、概ねNo4, No1, No3の順にNO₃-濃度が高い。NO₃-割合の時系列変化を見ると、観測回ごとのばらつきは大きいものの、いずれの流域でもほぼ同程度減少しているようである。以上の結果より、大洞沢流域全体で平水時のNO₃-濃度減少が起こっていることが明らかになった。一方で、植生保護柵設置による影響は2014年までの結果からは、小さく検出できないことが明らかになった。

②土砂流出動態

- ・流域スケールの林床植生の空間分布

植生調査結果から、植生保護柵設置後の植生量は増加していたが、その流域内の分布をみると従来植生がある箇所に限定的であった。流域の流路と隣接している斜面下部では以前と同様に裸地の状態であった。流域 No. 3、流域 No. 4とも流路沿いに裸地斜面においては顕著な植生回復は見られないことから、継続的な土壌生産源となっていることが示唆された。また、増加した植生の多くはシカの嗜好性種や採食に対する耐性種が多かった。

- ・斜面の土壌侵食および栄養塩流出

土壌に含まれる放射性セシウム濃度の分布から推定した流域の土壌侵食強度マップから、流域末端部に侵食場が分布している可能性が考えられた。こうした場合は斜面勾配が大きく、林床植生はほとんど分布していなかった。また、土壌中の放射性セシウム濃度が低い地点では、土壌に含まれる炭素や窒素量も少ないことが分かった。このことから、急傾斜の斜面では林床植生による被覆がほとんど見られず、土壌侵食が発生した、もしくは発生している可能性が高く、それに伴って土壌に含まれる栄養塩も流亡している可能性があると考えられた。したがって、数十年スケールなど、長期的にこうした状況が続けば土壌が貧栄養化し、林床植生が侵入、定着しにくくなるなどの問題が生じることが示唆された。

- ・斜面からの土砂生産量

3年間の斜面プロット観測結果から、流域 No. 3 と流域 No. 4 の斜面からは年間を通して土砂が生産されていることが明らかとなった。土砂が生産される時期は必ずしも降雨の多い時期とは限らないことが示され、初春から初夏にかけて多くなる場合もあったことから、融雪が土砂生産に影響を与えている可能性も考えられた。生産される土砂のうち、2mm以下の粒径の土砂は総降雨量や最大日雨量が増大すると増加する傾向が見られた。このことから、降雨に起因する土砂生

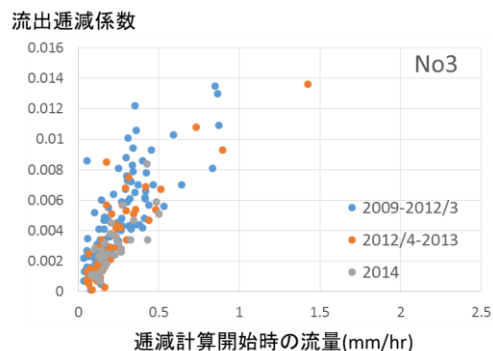


図4 No3流域における流出通減係数と通減計算開始時の流量

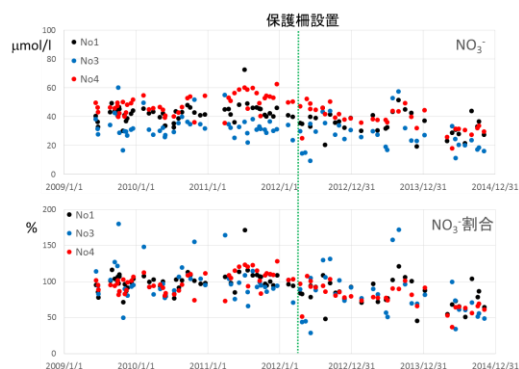


図5 平水時のNO₃-濃度・割合の時系列変化

産現象は、比較的細かい粒径の土砂に限って生じると考えられ、斜面の土砂生産過程を考える上では、粒径別に現象のメカニズムを理解する必要があると考えられた。

- ・ 流路および流路周辺の地形変化評価手法の確立

デジタルカメラを用いた低高度の山地流路撮影から、高精度の流路 地形モデルを作成し流路地形を計測する方法を確立し、降雨出水に伴う流路微地形変化を計測することができた。3D オブジェクト解析により 10cm の高精度で流路微地形を判読することができた。本手法は、一回の現地調査時間が短く、一般的なカメラを用いたことで、汎用性が高く、高頻度で計測が可能であり、出水前後の地形変化と土砂移動特性を把握できることを確認した。

- ・ 斜面から溪岸における土砂貯留状況の把握

3D レーザースキャナを用いた地形計測で得られた点群画像には植生によるノイズが非常に多く含まれるものの、断面図を作成して重ねあわせることができれば、ノイズの影響を無視できると考えられた。また、対象区間において等間隔の断面図が作成できれば、地表面モデルを作成できる可能性が考えられた。今後はデータにおける計測精度についても考慮する必要があるが、さらなる計測を実施して二時期のデータを比較することで、斜面下部や溪岸における地形変化量が抽出できれば、土砂移動量の推定につながる可能性があり、斜面から河道の連結部における土砂輸送過程についても検討できる可能性もある。

- ・ 湧水の流出特性

流域 N03 と N04 の集中観測地点の湧水から湧水の水温変動特性を評価することができた。従来、これらの湧水は枯渇しないものと考えてきたが、2013 年の渇水期においては湧水の流量がみられない時期もあった。また、湧水の箇所によって水温変動が見られる場合と、通年で同程度の水温である箇所があり、湧水の涵養量の違いによるものと考えられた。今後、電気伝導度などと比較検討しながら流出特性を把握する。

- ・ 流域からの掃流砂、浮遊砂の流出量の観測

実施流域（流域 No. 3）および対照流域（流域 No. 4）の流出土砂の 時系列変化を把握した。連続観測から、土砂流出特性が流域ごとに異なることを明らかにした。2012 年 3 月の植生保護柵設置後の操作流域における土砂流出には明瞭な変化はみられない。ただし、長期的な観測結果から、本研究調査地における土砂流出には、降雨量の大小にかかわらず、流出するとき流出しないときの明瞭な違いがあり、斜面から土砂生産量の大小が流出の有無に影響を及ぼしていることが予想された。今後、実施流域、対照流域ともに今後も観測を継続する必要がある。

④ 三次元河道地形計測

平成 26 年 2 月に例年にない積雪があったことから、平成 25 年度の測定地点において、融雪後・台風前の 6 月、降雨期後の平成 27 年 1 月に河道地形の三次元点群データを取得した。今後は、これまで得られたデータから時点間の比較を行う。

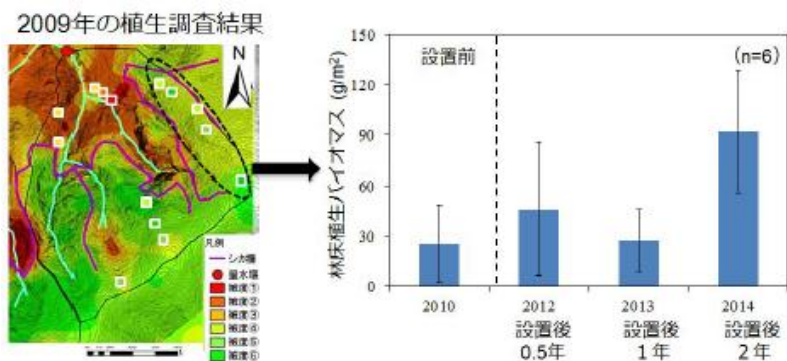


図 6 植生保護柵設置前後の植生量の変化

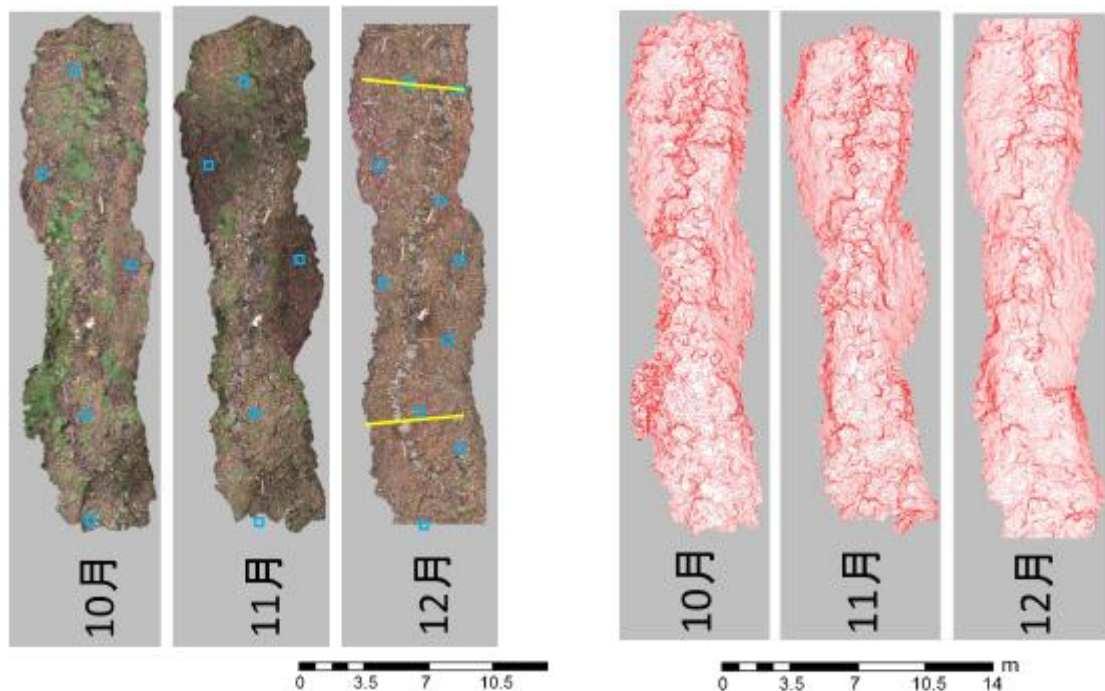


図7 デジタルカメラ画像の3Dオブジェクト解析によるオルソ画像（左）と5cm等高線図（右）

(8) 課題

- ・植生保護柵の設置による柵内の植生の変化を継続してモニタリングするとともに、水流出、水質、土砂流出の変化についても継続して検証する必要がある。
- ・現時点では植生保護柵設置前後の流量・水質の変化はデータでは確認できなかったが、植生保護柵設置から柵内の下層植生の回復までにタイムラグが生じることから、下層植生の回復状況のデータとあわせて今後も同様の手法で水流出や土砂流出データを蓄積し、中長期的に影響を評価していく必要がある。
- ・大洞沢における柵内の下層植生の回復と土壌侵食さらに下流への土砂流出の関係を検証するとともに、宮ヶ瀬ダム上流域を視野に入れ広域の事業検証も検討していく必要がある。

(9) 成果の発表

平岡 真合乃ほか（2013）インターバルカメラを用いた連続観測による山地斜面の林床被覆の経時変化の把握、砂防学会誌, Vol. 66, No. 1

Marino Hiraoka, Takashi Gomi, Shigeru Mizugaki, Tomoki Oda, Shusuke Miyata, Yoshimi Uchiyama Hydrogeomorphic Processes and Sediment Yields in Headwater Catchments based on Field Observation International symposium on sediment disasters under the influence of climate change and tectonic activity (3rd)

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 Bc. 貝沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成 19～28 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 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、各試験流域において対照流域法により総合的なモニタリング調査を行う。貝沢では、約 3 年間の事前モニタリングの後、平成 24 年度後半に実施流域において森林施業を行った。森林施業の前後を通して流域スケールのモニタリング調査を継続することにより森林施業の効果や影響を把握する。

(6) 方法

森林整備等による事業効果の検証のため、相模原市緑区与瀬地内（貝沢）において、流域からの水流出、土砂流出や物質循環に関する以下の項目について調査を継続した。本研究は、東京農工大学への受託研究により実施した。（詳細は、委託作業報告書参照）

①水流出モニタリング

既設の観測システムによる気象・水文観測を継続し、降水量、流出量のデータを精査するとともに、平成 24 年の流域 1 における森林施業の前後での水流出や土砂流出（濁度）の変化を検証するための解析を行った。

②物質循環機構

貝沢における森林施業と流域内の物質循環（主に窒素）の関係を把握するための各種モニタリングを継続した。

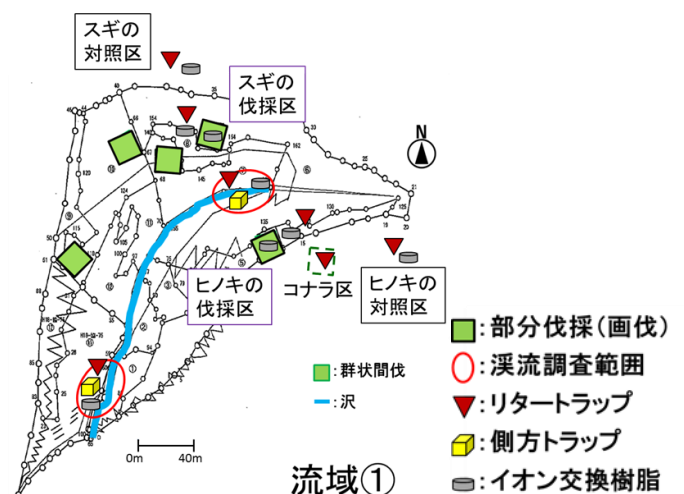
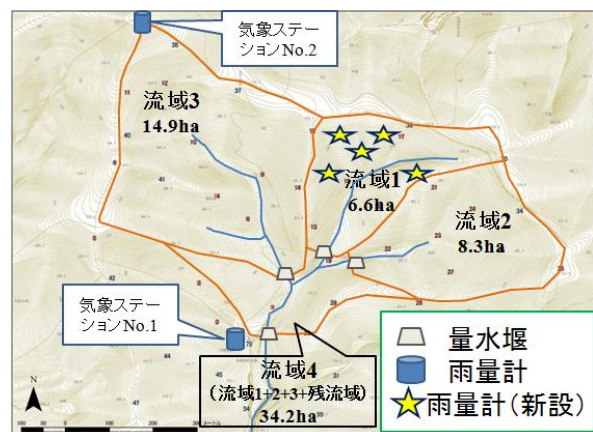
調査項目は、リタートラップ等による上方・側方からの有機物採取、溪流内の堆積有機物の採取・分析、群状伐採地と間伐区、対照区等の地温測定、表層土壌の純窒素無機化・硝化量、土壌中の無機態窒素浸透移動、溪流水質測定等である。

(7) 結果の概要

主な結果は以下のとおりである。（詳細は、受託報告書参照）

①水流出モニタリング

- ・月別水収支



測定期間内の貝沢流域の月別降水量最小値 21.5mm/月 (2014 年 1 月)、最大値 631.6mm/月 (2011 年 9 月)、平均 162.2mm/月であった。施業前後は比較的降水量が少ない期間が続いた。流域 1 の月別流出量は流域 2 の月別流出量より常に多かった。施業前期間の降水量の月平均は 214.4mm/月であり、流域 1 の流出率は 0.77、流域 2 の流出率は 0.59 であった。施業後期間の降水量の月平均は 149.3mm/月であり、流域 1 流出率は 0.67、流域 2 の流出率は 0.43 であった。

・年流出量の変化

施業による水収支の変化を見るために、対象期間から連続した 12 カ月の水収支に注目した。施業前後期間それぞれから年降水量が最大になるように 12 カ月、最小となるような 12 カ月を計 4 期間抜粋した (2011/5-2012/4、2011/10-2012/9、2013/4-2014/3、2013/9-2014/8)。各期間の流域 2 日流出量に対し、日流出量の単回帰分析により求めた予測式を適用し、施業なしの予測値を求め、積算することにより、施業なし年流出量予測値を求めた。予測式を用いて出した予測結果から、施業前期間 2 期間の流域 1 の実測値は施業なしの予測値と近くなり、施業後期間 2 期間の流域 1 の実測値は施業ありの予測値と近くなった。

本流域における施業の年流出量への影響は施業ありの予測値から施業なしの予測値の差をとることで求められる。結果、降水量の異なる 4 期間の施業による流出量の増加量はほとんど変わらず、年間流出量は 113 mm~115 mm増加していることが分かった。

・直接流出特性

伐採による直接流出量の変化は同じ降雨イベントに対する流域 1 直接流出量 Q1d と流域 2 直接流出量 Q2d の関係から算出した。Q1d と Q2d は直線関係を示す。そこで施業前期間における Q2d に対する Q1d の回帰曲線と求め、施業なしの直接流量予測式 (1)、施業後期間における Q2d に対する Q1d の回帰曲線を施業ありの直接流量予測式 (2) とした。

$$\text{施業なしの直接流出予測式： } Q1d = 1.1990Q2d + 0.1385 \quad R^2 = 1.0 \quad (1)$$

$$\text{施業ありの直接流出予測式： } Q1d = 1.1855Q2d + 0.2801 \quad R^2 = 1.0 \quad (2)$$

この式を 4 期間に含まれる直接流出イベントに適用し、施業が直接流出量に与える影響を求めた。ただし、流域 2 のイベントとしてカウントされた流出量のみを対象とした。

その結果、4 期間の直接流出量の変化は -2.6~3.0mm/年であった。同期間の流出量全体の変化量は +110~115 mm/年であるので、この増加分の大部分が基底流出の増加だと考えられた。

・流出土砂量の評価

研究内の流出土砂量の指標は、FTU(度)を浮遊土砂濃度と仮定し、FTU に流量(m³/min)を乗じて算出したみなし浮遊土砂量とし、みなし浮遊土砂量を一日分積算した値を土砂流出指標 (度 m³)として解析を行った。

土砂流出指標 (度 m³) が施業前後で変化したかどうかを対照流域法により単回帰分析を用いて解析した。流域 1・2 の関係は全期間で直線関係にあるが、降水量が多く土砂流出量が非常に高くなると、流域 2 の値が高くなる傾向がある。

施業域である流域 1 の土砂流出指標 Qs1、を、流域 2 の土砂流出指標 Qs2 に対して、施業期間別に直線回帰すると以下の式になる。

$$\text{施業なし期間： } Qs1 = 0.8766Qs2 + 464.22 \quad R^2 = 0.95 \quad (3)$$

$$\text{施業あり期間： } Qs1 = 0.8796Qs2 + 496.35 \quad R^2 = 0.98 \quad (4)$$

$$\text{変化量： } \Delta Qs1 = 0.0030Qs2 + 32.13 \quad (5)$$

施業により、土砂流出指標がおおよそ 32 度 m³ 増加していることが分かった。貝沢流域の土砂流出指標は無降雨時でも 30~200 度 m³ 程度の値をとるため、施業による影響は非常に小さいと言える。

②物質循環動態

- ・有機物および有機態窒素動態への影響

平成 24 年の間伐直後には、リターフォール、側方リター移動量が增大したが、間伐翌年・2 年目になると間伐流域と対照流域でリターフォール供給量に差はなくなり、影響は間伐当年に限られていた。

溪床堆積有機物については、間伐直後（当年）に CPOM の増大が著しく、間伐によって増大したリターフォールの直接流入および斜面を移動して溪流に入った移動リターが堆積したものと考えられる。一方、MPOM は間伐当年から間伐後 2 年目まで若干の増加が続いたものの、著しい変化が見られなかった。

- ・群状伐採および定性間伐による土壌 N 無機化と無機態 N 動態への影響

群状伐採区や間伐区で対照区に比べて N 無機化速度が大きく、土壌表層での浸透移動速度も大きかった。無機態 N の浸透移動速度は、2014 年が 2013 年よりも特に NO₃-N 移動で大きくなり、伐採枝条などの有機物の分解進行による硝化を反映していると考えられた。この傾向は、ヒノキ林でスギ林よりも顕著であり、平均地温だけでは説明できないため、土壌水分や供給有機物の質や微生物相の違いなどを総合的に考察していく必要がある。短期的には、溪流沿いのスギ林間伐による無機態 N の浸透移動が渓流水質に影響するため、渓流水とともに把握する必要がある。

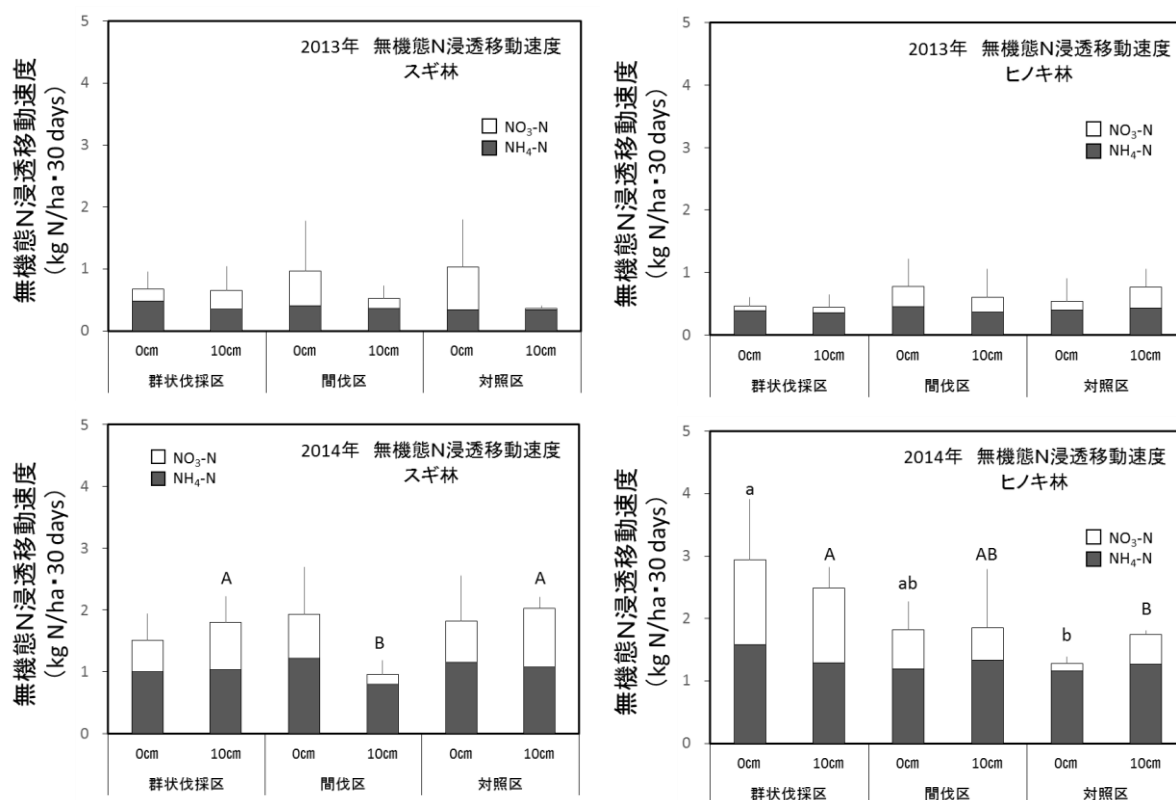


図3 無機態 N 浸透移動速度

異なるアルファベットは、調査区間で $p < 0.05$ (t-test) の差があることを示す。

・溪流沿い土壌中無機態 N 移動量と溪流水質のイオン濃度の変化

溪流沿いの無機態 N 移動速度は、いずれの調査地・年でも A0 層直下の 0cm よりも 10cm で NO₃-N が大きかった。無機態 N 移動速度は 2013 年の深さ 10cm で流域①が若干多いものの有意差はなく、2014 年は調査地間で大きな違いがみられなかった。前述したように、山腹部のヒノキでは群状伐採区や間伐区で対照区よりも無機態 N 浸透移動速度が大きかったのに対して、山腹部のスギでは、差がみられなかった。溪流沿いのスギ林も山腹部のスギと同様であったといえる。溪流水の NO₃-濃度をはじめとした溶存イオン濃度にも、流域①の施業による影響はみられなかった。

(8) 今後の課題

- ・平成 24 年度の整備による影響・効果について、引き続き検証する必要がある。
- ・基本的なモニタリングを継続しながら、当該地域の水流出機構や水質形成機構について明らかにし、当該地域の水源地整備に反映させる必要がある。

(9) 成果の発表

- 金澤悠花ほか (2014) 群状伐採施業が流域の水収支・流出特性・土砂流出に与える影響、第 125 回日本森林学会大会
- 白木克繁ほか (2013) 貝沢試験流域における隣接する三流域の降雨流出特性と浮遊土砂動態、神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 81-89
- 辻千智ほか (2013) 神奈川県における窒素動態特性、神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 91-99

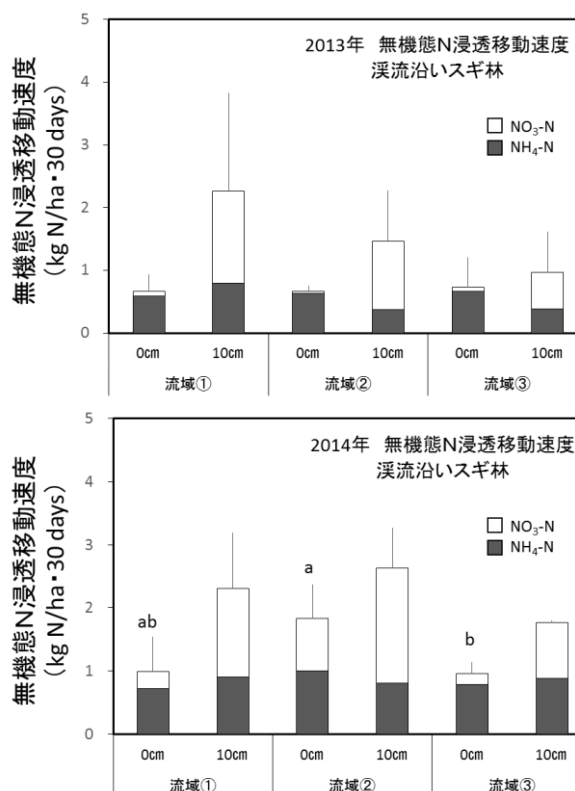


図 4 溪流沿いスギ林の無機態 N 浸透移動速度

異なるアルファベットは、調査区間で $p < 0.05$ (t-test) の差があることを示す。

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 2-1. 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 **Bd. ヌタノ沢モニタリング調査**
 (2) 研究期間 **平成 19～28 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 **山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦・三橋正敏**

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、対照流域法等の手法を用いてモニタリング調査を行う。ヌタノ沢試験流域においては、平成 26 年 4 月に A 沢全体を囲む植生保護柵が完成したため、今後は対策を実施していない B 沢を対照区として A 沢における下層植生回復と水や土砂の流出の変化を検証するため各種測定を行う。

(6) 方法

平成 22 年度に観測システムを整備したヌタノ沢試験流域において、モニタリングを継続した。次の業務のうち②については、日本ミクニヤ（株）、④の分析については、（株）同位体研究所が受託して実施した。

①気象・水文観測

既存の観測システムによる常時観測（気象 1 地点、水文 2 地点）を継続した。加えて、A 沢の量水堰の上流と下流の計 2 地点にロガー式水位計、A 沢および B 沢の各量水堰の湛水部に EC メータを新たに設置し、常時観測と同様に 10 分間隔でデータを取得した。さらに、洪水時の水質や浮遊土砂量を把握するために、A 沢と B 沢の各量水堰に自動採水器を設置し、出水時の河川水を採取し水質分析、浮遊土砂量分析を行った。

②既存のプロット杭の復元

平成 21 年度に実施した立木調査のプロット杭を現地を確認し、必要に応じて杭と立木ナンバーテープを復元した。

③既存の立木プロットにおける植生調査

平成 26 年 9 月に既存の 11 箇所の立木プロット（10×10m）に、新たに植生調査プロット（2×2m）を 10 枠設定し、植生調査を行った。

④表層土壌サンプルのセシウム濃度分析

平成 25 年度に採取した試験流域内の土壌サンプルについて、セシウム 134・137、鉛 210・214 の濃度分析を行った。

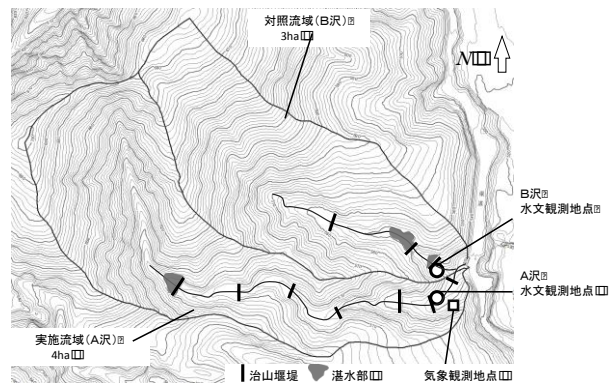


図 1 ヌタノ沢試験流域

(7) 結果の概要

① 水位－流量算出式のチェック

平成 24 年度に行った水位－流量換算式の算出以降も、月 1 回の量水堰での流量の実測を継続し、実測データを用いて水位－流量換算式のチェックを行った。ポイントゲージでの実測水位、水位

データ値、流量の関係について、特に異なる傾向はみられず安定してデータを取得できていると思われた。

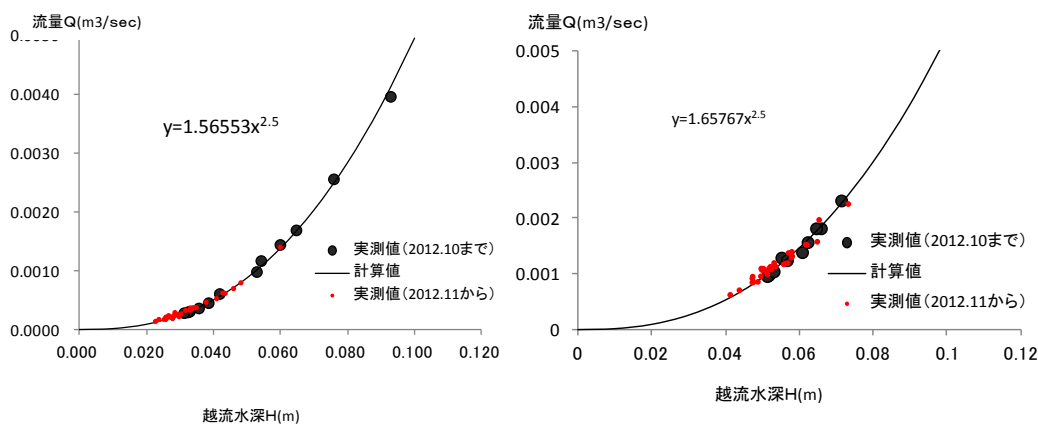


図2 実測値と計算値の比較（左：A 沢、右：B 沢）

②降水量

2014年（1～12月）の年間降水量は、1989.5mmであり、2013年（1964mm）と同様に少なかった。月別降水量では、5月と9月が例年より特に少なく、6、7、8月も2013年ほどではないものの少なかった。

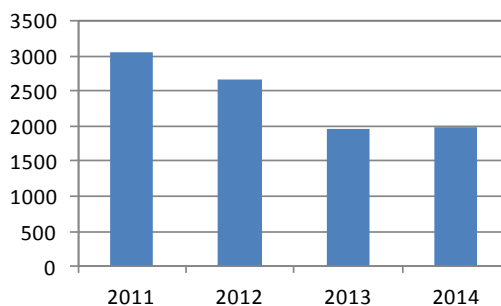


図3 年間降水量の推移

③2014年1月～12月の流況

2014年は降水量が少なかったことから、特にA沢で越流のみられない期間が長くなった。

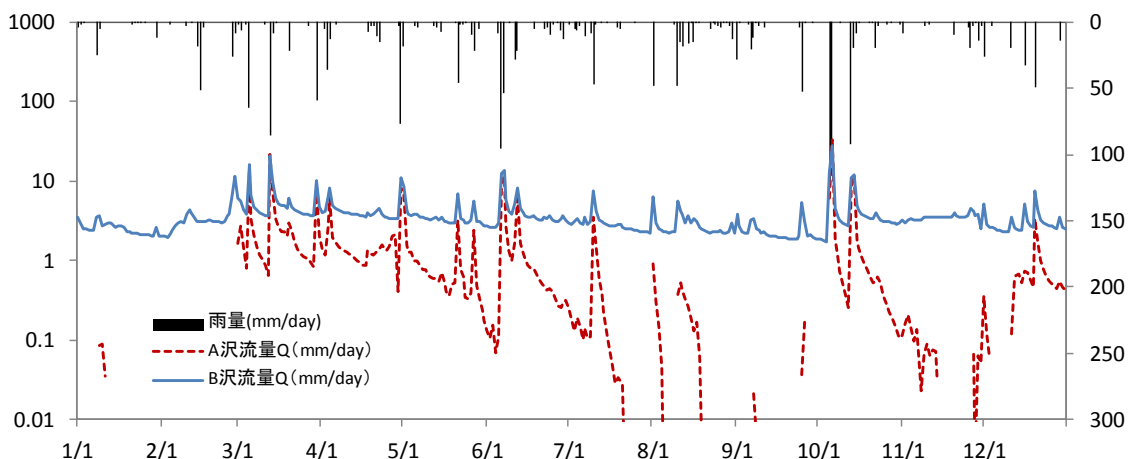


図4 ヌタノ沢のハイドログラフ（2014.1～12）

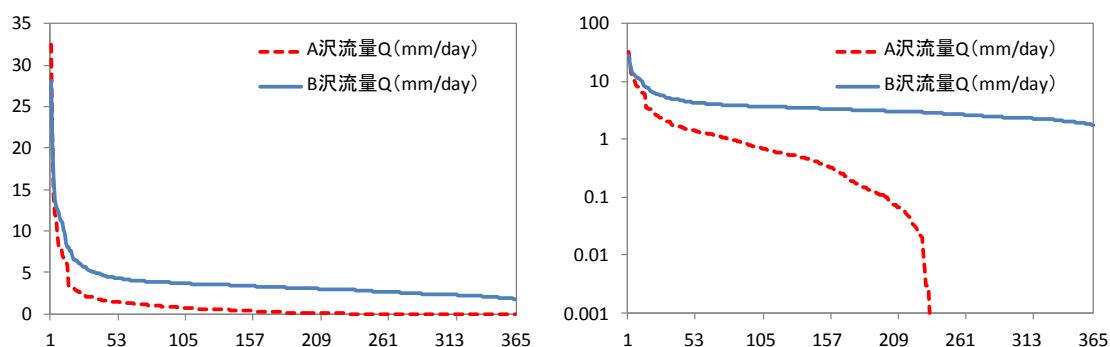


図5 流況曲線 (2014. 1~12) ※右図は対数目盛

④水収支

2012~2014年の水収支を示した。2014年は、年間降水量の同程度である2013年と同じ傾向であり、A沢では年間降水量の2割弱が渓流水として下流に流出し、B沢では年間降水量の6割以上が流出していた。また、2012年について年間の直接流出量を算出したところ、A沢とB沢で同程度であった。

表1 ヌタノ沢の水収支 (2012、2013、2014)

2012年					
	年間降水量	年間流出水量	(直接流出)	(基底流出)	損失水量
A 沢	2675	942	348	594	1733
(3.8ha)	100%	35%	13%	22%	65%
B 沢	2675	1829	355	1474	846
(3.1ha)	100%	68%	13%	55%	32%
※割合は、すべて年間降水量に対する率。					
2013年					
	年間降水量	年間流出水量	損失水量		
A 沢	1964	398	1566		
(3.8ha)	100%	20%	80%		
B 沢	1964	1209	755		
(3.1ha)	100%	62%	38%		
※割合は、すべて年間降水量に対する率。					
2014年					
	年間降水量	年間流出水量	損失水量		
A 沢	1989.5	330	1659.5		
(3.8ha)	100%	17%	83%		
B 沢	1989.5	1331	658.5		
(3.1ha)	100%	67%	33%		
※割合は、すべて年間降水量に対する率。					

⑤ 土壌サンプルのセシウム濃度

既存の立木調査プロット、土壌深度調査プロットにおいて平成 25 年度に採取した土壌サンプルについて、セシウム 134・137、鉛 210・214 の濃度を分析した。

各地点ごとの鉛直プロファイルは、表層ほど濃度が高く深くなるにつれて濃度が低くなる傾向を示し、セシウム 134 濃度はセシウム 137（半減期）濃度に比べて大幅に低く、これらの基本的な傾向は他の研究事例と同様であった。また、尾根部に位置し、表層 0～20cm までを 6 層の深度別に採取したサンプルでは、同じ尾根部に位置してもスギ林でセシウム濃度が高く広葉樹林でセシウム濃度が低い値を示した。下層植生は共通して乏しいがスギ林でリター堆積が豊富なことが影響していると考えられた。

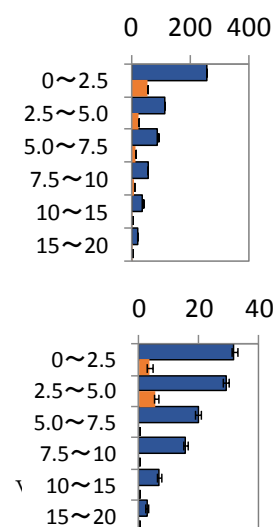


図6 土壌のセシウム濃度の鉛直プロファイルの例
(上：B 沢針葉樹尾根、
下：B 沢広葉樹尾根)

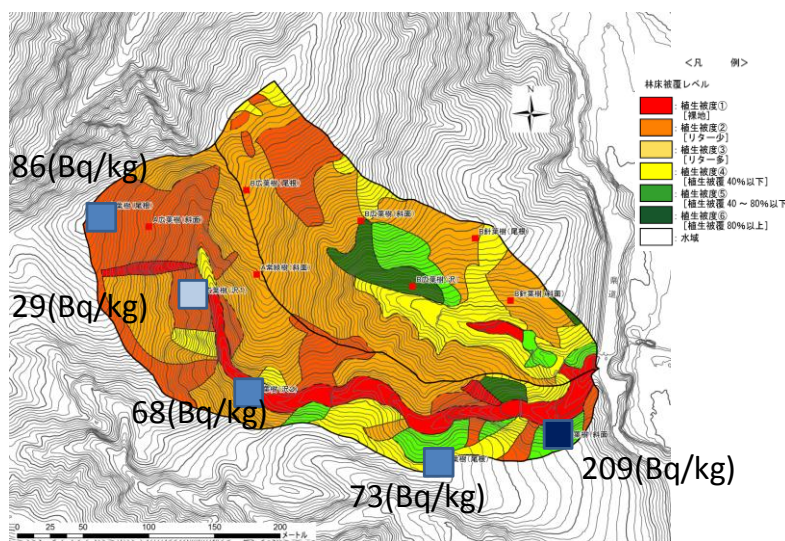


図7 採取地点ごとの土壌のセシウム濃度

(8) 今後の課題

- 平成 26 年 4 月に对照流域試験のための A 沢を囲む植生保護柵が完成したことから、今後は事後モニタリングとして、A 沢の植生の回復状況やそれに伴う水や土砂の流出の変化を検証する必要がある。

- 特に A 沢の流出量が少ないなど流域として特異な点もみられることから、基本的なデータを蓄積して流出機構についてある程度解明する必要がある。

(9) 成果の発表

内山佳美ほか (2013) 西丹沢ヌタノ沢試験流域における平成 23 年度の台風による土砂流出の概況, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 115-122

横山尚秀ほか (2013) 西丹沢ヌタノ沢の水文地質と流出状況, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 101-113

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 - B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 **Be. フチヂリ沢モニタリング調査**
- (2) 研究期間 **平成 19～28 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・横山尚秀・三橋正敏**

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、対照流域法等の手法を用いてモニタリング調査を行う。そのため、森林整備などの操作を行う前に、実験流域と対照流域の自然条件についての類似性や各々の特色について現状での流域特性として把握し、森林の操作後に比較できるようにデータを整備しておく必要がある。また、県内4箇所を設定した試験流域は、いずれも地形・地質等の水源環境の基礎的な性質が異なるため、地域ごとの水文特性を把握し水源環境の管理に反映させることも必要である。そこで、南足柄市のフチヂリ沢試験流域において、気象・水文観測を中心とした基盤としたモニタリング調査を行った。

(6) 方法

フチヂリ沢試験流域において、平成 23 年度に整備した気象・水文観測施設により観測を行うとともに、水流出等の各調査を行った。本調査は、日本ミクニヤ（株）が受託して実施した。（詳細は、委託報告書参照。）

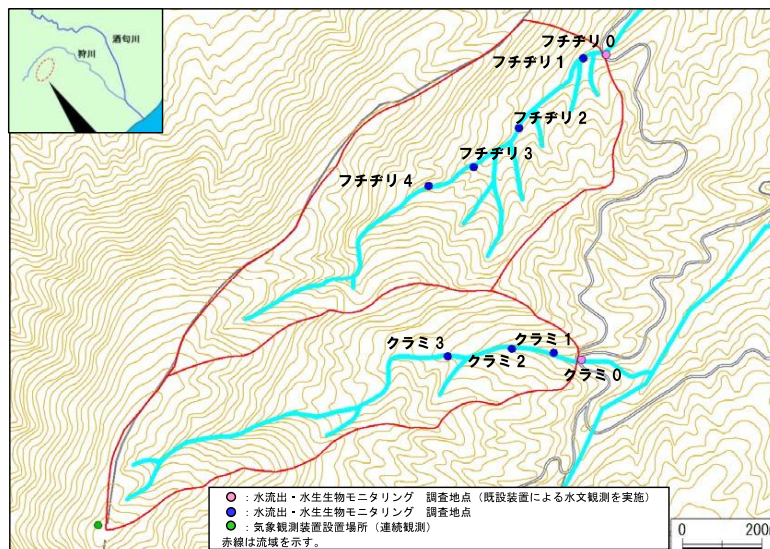


図1 調査地点

① 水流出調査

水文観測（2地点）のデータ回収を行う（自動データ回収でないため）とともに、気象・水文観測で得られたデータを整備した。併せて、概ね2ヶ月に1回の頻度で平水時の流量観測・水

質分析を計9地点で行うとともに、降雨による流量増加時の流量観測の結果も踏まえて、水位-流量算出式を検討した。

水質分析は、月1回(全7回)の調査のうち、夏季(8月)、冬季(12月)については、全9地点で水質分析用サンプルを採取し、下記項目の分析を行った。

①水素イオン濃度(pH)、②電気伝導率、③カルシウムイオン、④カリウムイオン、⑤ナトリウムイオン、⑥マグネシウムイオン、⑦塩化物イオン、⑧硝酸イオン、⑨硫酸イオン、⑩アンモニウムイオン、⑪ケイ酸(SiO₄⁻)、⑫炭酸水素イオン

② 土砂流出調査

調査期間中の出水後に上流域の踏査により洪水痕跡や河床の土砂移動状況を確認した。

(7) 結果の概要

主な調査結果は次のとおり。(調査結果全体は、委託報告書参照)

①2014年1～12月の降水量

2014年(1～12月)の降水量は、2437mmであった。

②平水時の流量観測

6、9、11、12、2月に全9地点における流量観測を行った。流量が多かったのは、6月30日、12月17日であり数日前の降雨による流量の増加の影響と思われた。

全般的にクラミ沢よりもフチヂリ沢のほうが流量が多く、また、フチヂリ沢では上流から下流になるに従い流量が増加する傾向であったが、クラミ沢では明瞭でなかった。これらの傾向は、これまでの測定結果と同様であった。

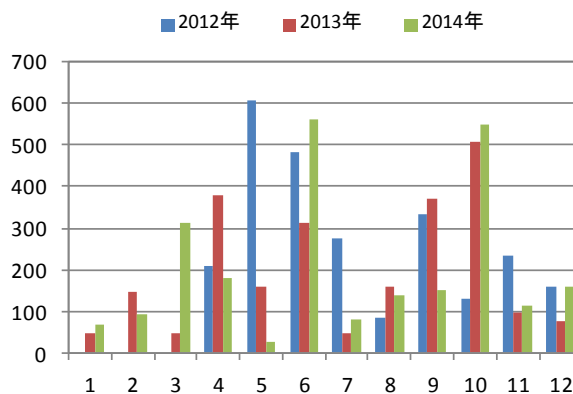


図2 月別降水量

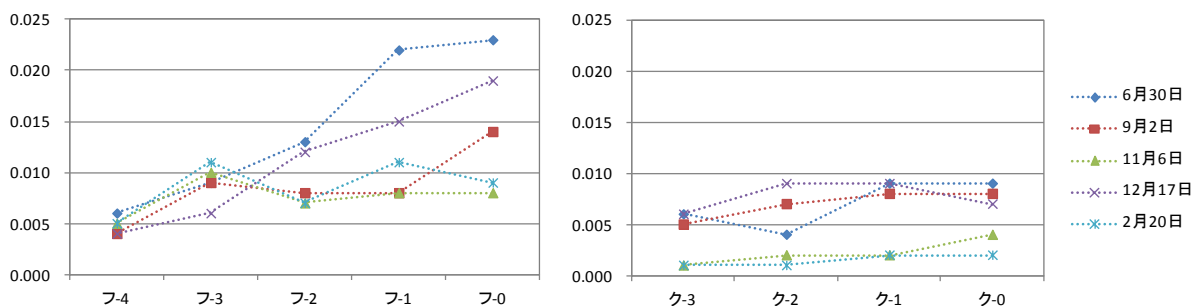


図3 平水時の流量観測結果 左：フチヂリ沢 右：クラミ沢

③出水時の流量観測

平成26年10月6日(累計雨量339mm)、14日(累計雨量130mm)の2回、出水時の流量観測を行った。2回とも夜間等のため降雨のピーク過ぎてからの観測となった。

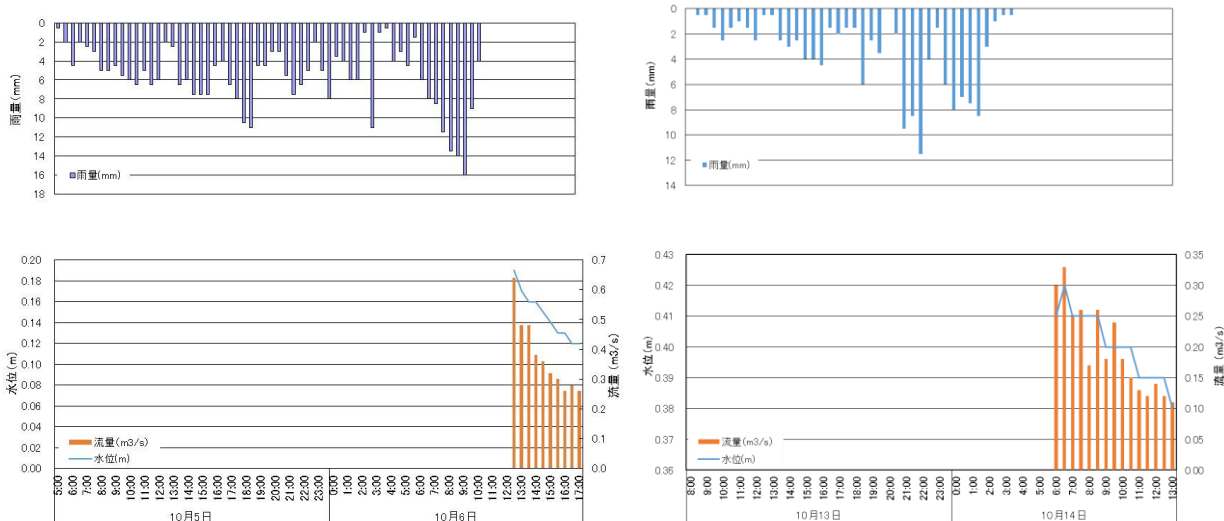


図4 降水量と流量実測結果（左：10月5～6日、右：10月13～14日）

④平水時水質

流量観測を実施した全9地点において、9/2、12/17に水質分析を行った。その結果、フチヂリ沢とクラミ沢の水質の違いや季節による水質の違い、流域内の定点ごとの水質の違い、年による違い（H25水質との相違）はいずれも明瞭でなかった。

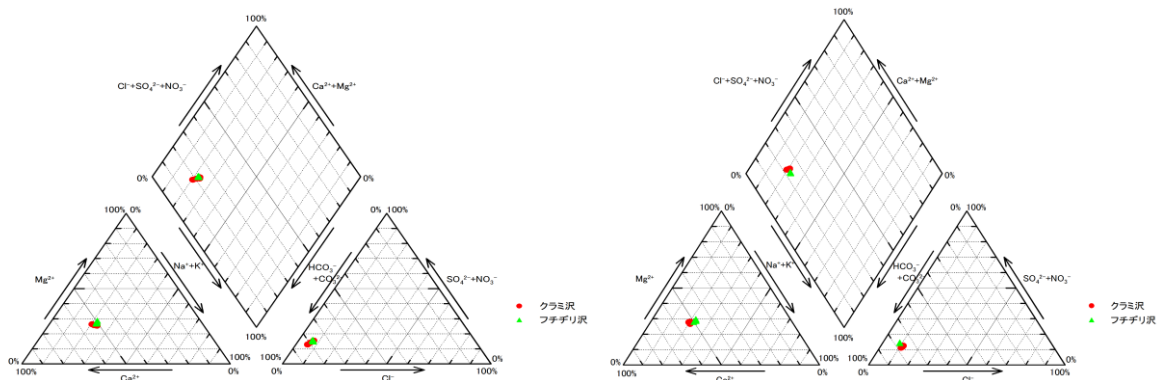


図5 トリリニアダイヤグラム（左：H26.9.2採水、右：H26.12.17採水）

⑤土砂流出調査

溪流における土砂移動の概況を把握するため、平成26年6月24日（出水前）、平成26年11月7日（出水後）に溪流を踏査して土砂移動状況や洪水痕跡を確認するとともに、平成25年度業務と同一地点にて定点撮影をして時系列比較した。その結果、フチヂリ沢については、全体的に出水前後での大きな変化はみられず、河床の堆積物状況は、流木枝葉等の流下物はみられるが、河床に土砂、石の堆積に変化は見られなかった。クラミ沢の土砂流出状況は、わずかではあるが堆積土砂の流出がみられ、石の移動が見られた。河床の堆積物状況は、流木枝葉等が多いが、石の移動、堆積が見られた。

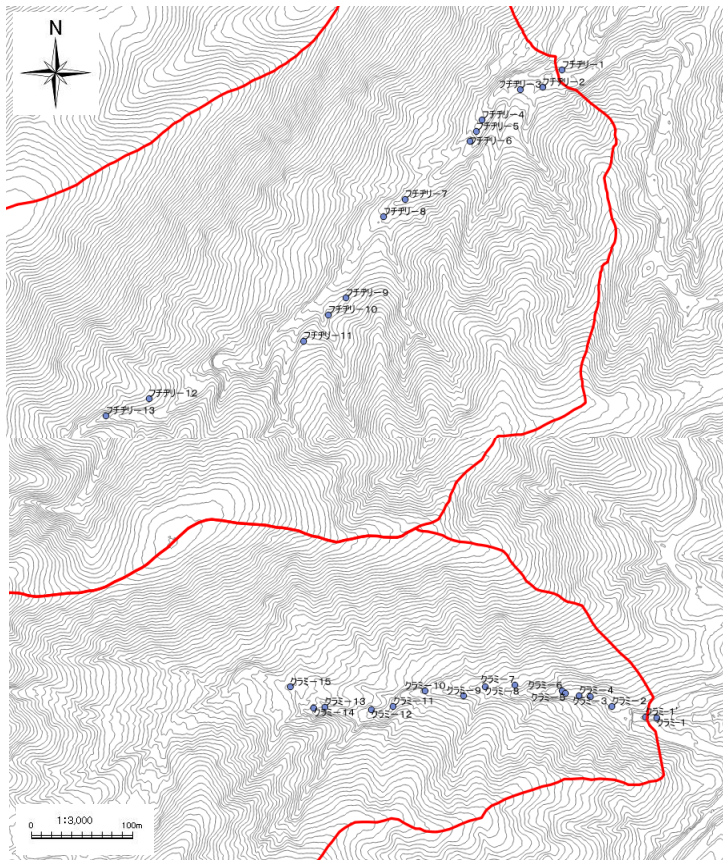


図6 土砂流出量調査の撮影定点



写真1 土砂流出量調査の定点撮影状況
フチデリ沢—12
(上：6月24日 下：11月7日)

(8) 今後の課題

・平成24年度以降の連続観測により、着実にデータが蓄積されているが、低水位時の水位-流量算出式の精度が低いため、改善が必要である。

・フチデリ沢試験流域は、土地は公有地であるが、水源の確保地、承継分収林、官行造林地など、複数の形態によって管理されているため、対照流域試験における操作実験のシナリオについて調整していく必要がある。当該試験流域にふさわしい実験計画を検討するにあたっては、流域の水文特性などの自然条件も重要であることから、それらを早い段階で把握していく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 Bf. 水循環基礎調査（ヌタノ沢試験流域の表流水の水質調査）
- (2) 研究期間 平成25年度～
- (3) 予算区分 県単
- (4) 担当者 内山佳美・横山尚秀・三橋正敏・相原敬次・丸山範明・島田武憲

(5) 目的

西丹沢の試験流域「ヌタノ沢」において、対照流域法による総合モニタリング調査を進めている。本試験流域がシカによる採食被害が顕著なため、平成25年度にシカ柵を設置し、想定される流域の森林環境の回復と回復が水源環境に与える影響を検証することがモニタリング調査の課題である。本報告では、モニタリング調査の中から、渓流水の一般水質の観測調査結果について報告する。調査は、毎月一度の頻度で現地に出かけ、ヌタノ沢の源流部から最下流部までと周辺の定点で、試料採取と水温、pHおよび電気伝導度を測定する。さらに、実験室に試料を持ち帰り、イオンクロマトグラフィーを用いて塩素イオン等の陰イオン濃度およびナトリウムイオン等の陽イオン濃度を計測する。そして、各水質分析結果から中・長期に亘るトレンドを把握する。なお、調査に当たっては、試験流域のA沢を実験流域、B沢を対照流域とし、水文地質の上の特徴を踏まえ調査地点を選定したほか、周辺地域にも地点を広げた。大気由来の成分の寄与、季節変化、渇水や洪水などによる揺らぎの把握が重要と考え、降雨の採取調査も行っている。

(6) 方法

毎月一度の頻度で、ヌタノ沢と周辺流域および本流の中川川での12ヶ所で毎月1度の頻度で採取し、試料を所に持ち帰って分析した。試料採取は、できるだけ無降雨期に源流部から流域最下流部まで流程に沿って地点を選定した(図1)。源流部では地下水湧出により涵養された渓流水の水質を把握し、中流部ではA沢の治山堰の影響、B沢では更なる地下水湧出の関与を確認し、最下流部の量水堰ではA、B両流域の比較対象として位置づけ、水質全般を評価する。なお、報告の対象期間は平成25（2014）年度とし、経年変化をみるため、2011年から4年間のデータについても検討した。

ア 定点ごとの水質の年間変化

2014年の現地調査及び水質分析結果を調査項目別に時系列にグラフ上に表示し、その変化グラフから、最大値、最小値および年間変化量、季節変化の状況を把握する。なお、水質変化の評価検討に当たっては、量水堰の流量データを踏まえて行う。

イ 流程の水質の年間変化

源流部から最下流部までの水質が2014年の1年間でどのように変化したか、分析項目別にグラフ表示し、流程での変化の状況を把握する。

ウ 主要水質の経年変化

大気由来成分の寄与が考えられる NO_3^- 、 SO_4^{2-} 等について、3年間の長期的な水質変化のトレンドをグラフから読み取る。

(7) 結果の概要

ア 水質の年間変化

権現山の東麓にあって、小西沢と大石沢に挟まれた面積7haの小さな流域のヌタノ沢および周辺の12地点（図1）で採水し、一般水質の推移を調査した。流域は全般にシカの採食被害が著しく、A沢に平成25（2013）年度末にシカ柵を設置し、B沢を対照流域として、敷設後の下層植生の回復に伴う水質に変化が生じるかモニタリング調査を進めている。両沢の流況を比較すると、流量の少ないA沢の流れが治山堰の影響を大きく受けていることから、2014年度の水質について、地下水湧出により普段の表流水が見られるNo.5とNo.8、最下流の量水堰No.1とNo.2とを比較しながら水質の推移をみていくこととした。

なお、ヌタノ沢の水質特性は、溶存物質が少なく、 Ca^{2+} と HCO_3^- を主成分とし、他3流域の中では K^+ が多いことである。また、森林の水質浄化機能と関連を追跡するため、大気汚染由来あるいは流域の富栄養化と関連する NO_3^- と SO_4^{2-} について分析結果を見ていく。

(ア) A沢の水質

A沢は、洪水時以外はB沢より水量が少なく、渇水時には下流の量水堰（No.1）で全く枯れてしまうことがある。2013年以降の両沢の量水堰の流量（図2）は、2013年12月、2014年1月、8月、9月そして12月に涸れている。A沢の水質変化（図3、4）をみると、水枯れの影響でNo.1（図4）

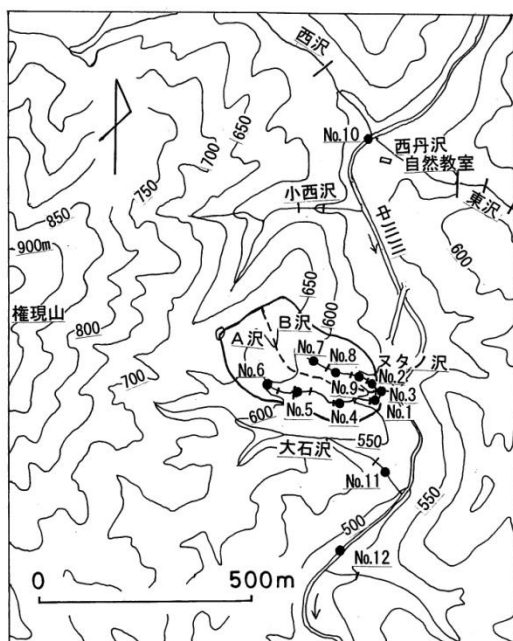


図1 ヌタノ沢および周辺の水質調査地点
調査地点をNo.1～No.12で示す

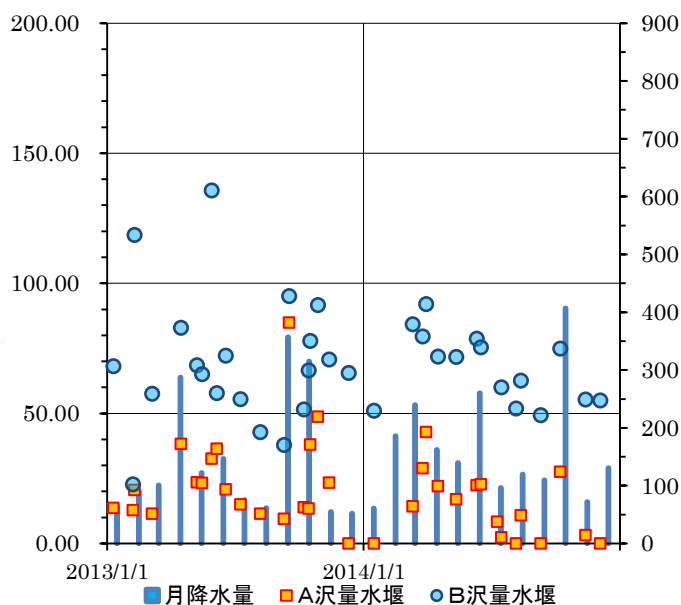


図2 A沢およびB沢の量水堰の流量実測値
左軸：流量(l/分)、右軸：月降水量(mm)

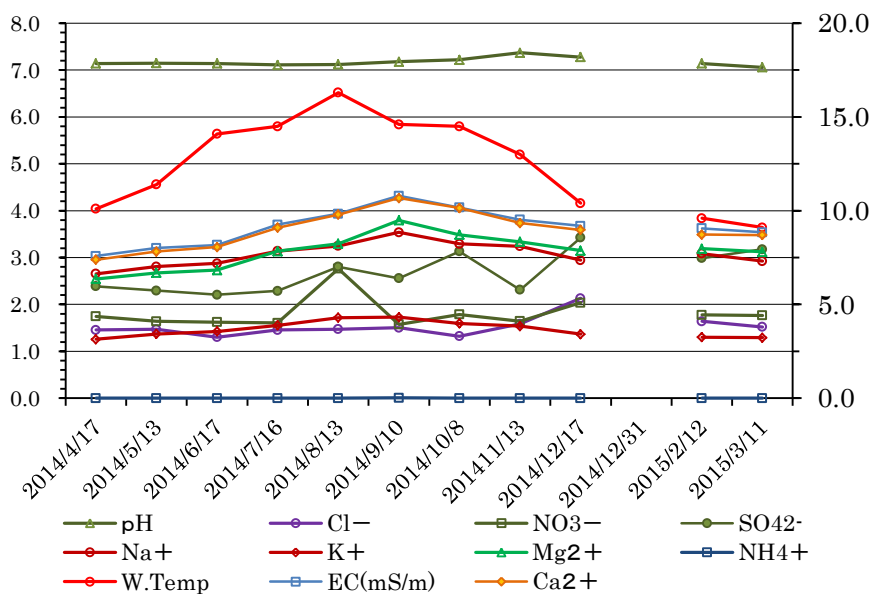


図3 A 沢中流部 (No.5) の水質観測結果 (2014年度)
 右軸：水温 (°C) と Ca^{2+} (mg/l)、左軸：水質 (濃度 g/l)

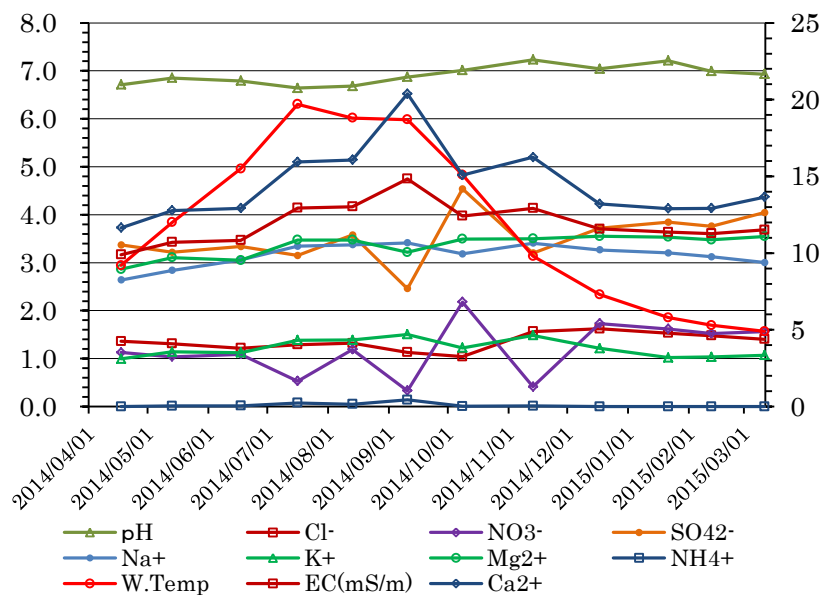


図4 A 沢量水堰 (No.1) の水質観測結果 (2014年度)
 右軸：水温 (°C) と Ca^{2+} (mg/l)、左軸：水質 (濃度 mg/l)

は変動が大きくなっている。流水の涸れないNo.5の水質 (図3) で年間変動をみると、7.5~10mg/lの Ca^{2+} を除くと、4mg/l以下で溶存量は少ない。変動幅が3mg/lを超える Ca^{2+} を除けば、他は1.3mg/l以下と比較的変動幅が小さく、安定している。なお、10月は洪水直後のため変動が大きくなっている。

(イ) B 沢の水質

B 沢は、源頭部の湧水が沢の主水源となっている。A 沢と同様に、 Ca^{2+} が主成分で、他の成分

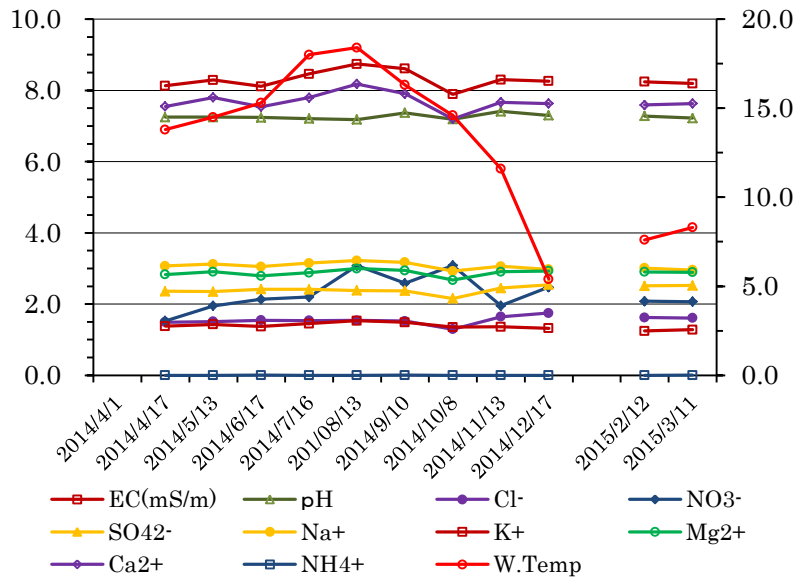


図5 B沢中流部(No.8)の水質観測結果(2014年度)

右軸：水温(°C)、左軸：水質(濃度 mg/L)

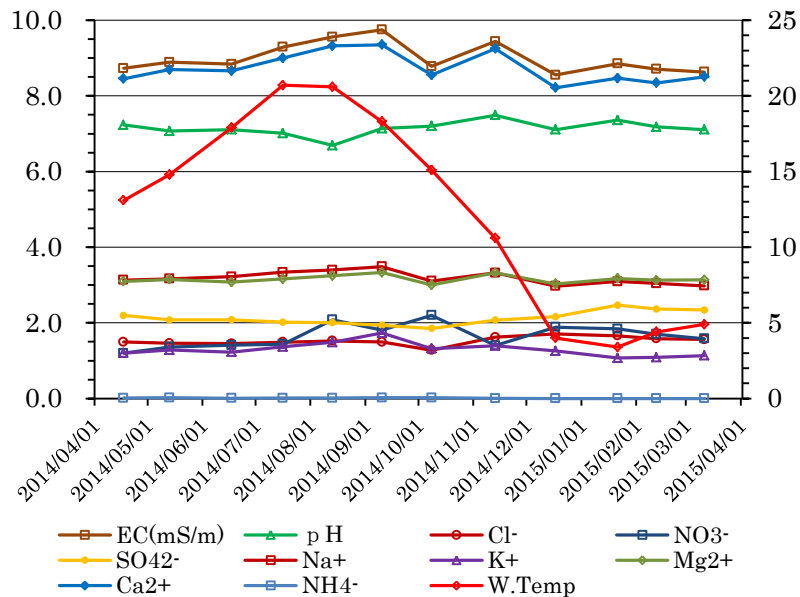


図6 B沢量水堰(No.2)の水質観測結果(2014年度)

右軸：水温(°C)、左軸：水質(濃度 mg/L)

共に濃度は年間を通じて安定している。また、No.8とNo.9の間に治山堰によって出来た貯水池があるため、湧出水は一旦ここに貯水されてNo.2に向かって流下する。このことを反映し、水温は下流の地点ほど気温の影響を受けて冬低く、夏高くなるため、年間変動量が大きい。一般水質では、B沢上流のNo.5(図5)とNo.2(図6)を比較すると、下流のNo.2の方が濃度を増す傾向がある。しかし、濃度レベルに変化があるものの、変化のパターンは同様である。

(ウ)周辺地点の水質

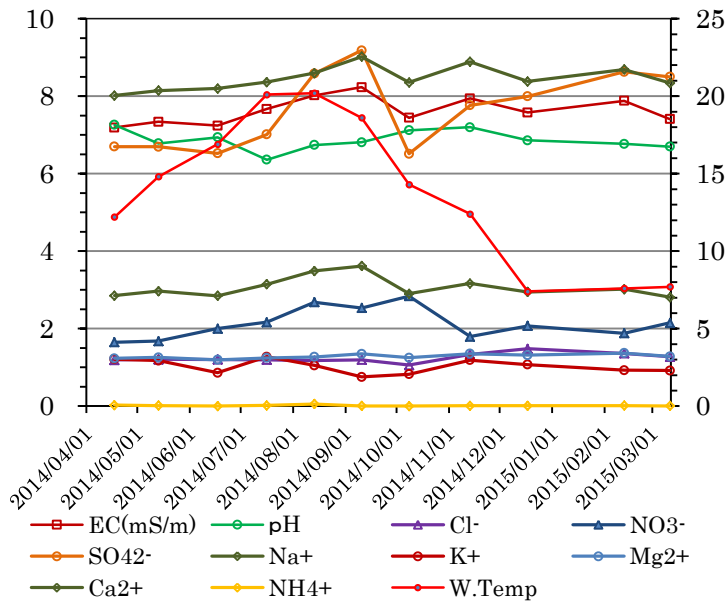


図7 西丹沢自然教室前 (No.10) の水質観測結果

右軸：水温 (°C)、左軸：水質 (濃度 mg/L)

中川川の本流の採水地点No.10 (上流) とNo.12(下流)およびヌタノ沢の南に接する大石沢 (No.11) の水質を比較すると、大石沢では8月～10月にNO₃⁻が5mg/Lを越え、やや多くなる。一方、中川本流ではSO₄²⁻がNo.10で6.5～9.6mg/L、No.12で5～6mg/Lと支流の大石沢やヌタノ沢に比べ多い傾向にある。しかし、水質に大きな差はない。なお、ヌタノ沢が中川川に合流する直前に東電取水堰があって、発電のための取水が行われている。水質の比較に当たってはことに留意する必要がある。

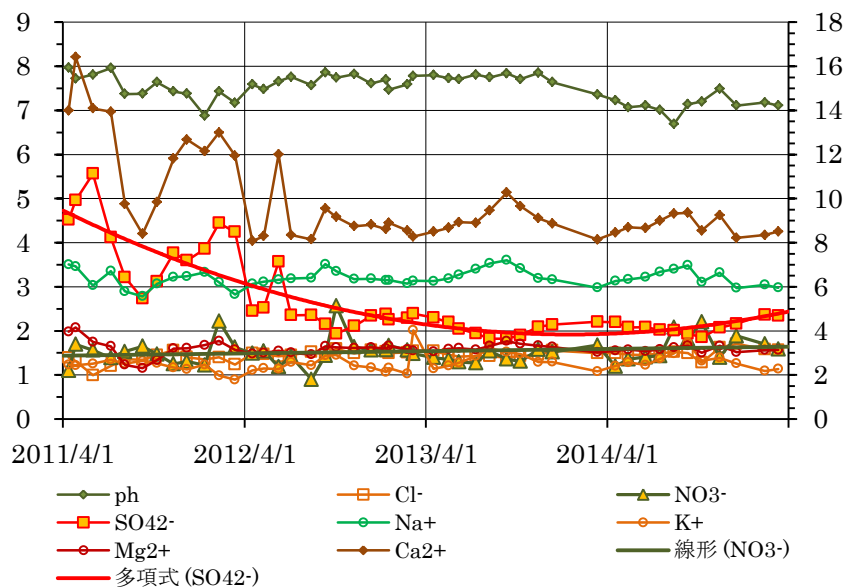


図8 B 沢量水堰 (No.2) の水質の4年間の変化

左軸：水質 (濃度 mg/L)、ただしCa²⁺は右軸

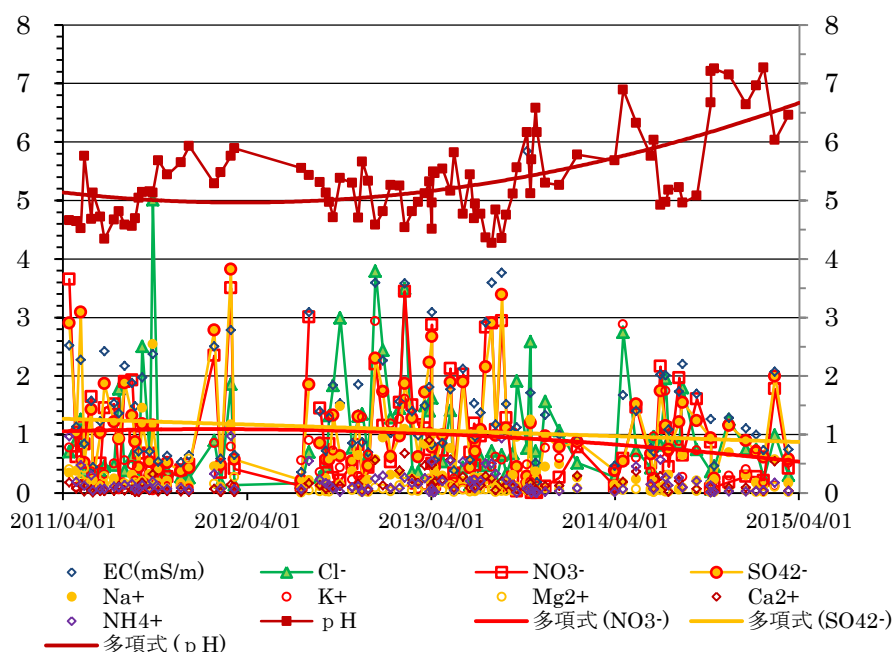


図9 降水の水質の経時変化（水質：mg/L） 試料は、2011年度が札掛、2012年度以降はヌタノ沢
イ 水質の長期的変化

2011年4月から2015年3月までの4年間の降水およびヌタノ沢B沢No.5の水質をそれぞれ図8、図9に示した。

ヌタノ沢B沢のNo.5の4年間の変化（図8）で、注目される NO_3^- 、 SO_4^{2-} 等の特徴をみると、図中に示した近似線で読み取れるように、 SO_4^{2-} は Ca^{2+} と同様に、2012年半ばまで低減傾向で、その後横ばい状態となった。しかし、 NO_3^- は当初からトレンドは変わらない。また、pHは2014年になってわずかに低下傾向である。

一方、降雨の状況（図9）をみると、 NO_3^- と SO_4^{2-} は2014年にわずかに減少傾向となっている。また、pHは同時期に上昇傾向となっている。

これらの水質は、大気汚染や火山活動などとも関連があり、長期にわたる森林での施業の効果把握モニタリングにあたって、引き続き調査を続け、見分ける必要がある。

(8) 課題

本報告では、水質モニタリング結果の比較を平常時平炊時の流水の潤れない上流地点の結果を用いて行った。多数の治山堰の影響を考慮し、上流部の水質を併せモニタリングする必要がある。さらに、施業の効果をみるためには、降雨時、とくに洪水時の状況について、土砂成分を含め、調査解析する必要がある。なお、長期モニタリングに当たり、大気汚染の動向や火山噴火などの影響についても考慮し、水質を把握しておく必要がある。

(9) 成果の公表

なし

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 **Bg. 水循環基礎調査（試験流域の水文調査）**
- (2) 研究期間 **平成25年度～**
- (3) 予算区分 **県単**
- (4) 担当者 **内山佳美・横山尚秀・斎藤正彦・三橋正敏**

(5) 目的

森林整備・管理の過程で実施される施業が水源環境に及ぼす影響・効果をモニタリング調査により明らかにするため、平成19年度から「かながわ水源エリア」内に設定した試験流域で観測施設を整備し、水文調査を開始した。施業の効果は、林床植生の回復を経て流況に緩慢に、中長期的に流況や水収支に表れると考えられる。そこで、本調査では、水文調査の一環として、随時に流域の植生と水文地質を現地踏査し、これらの流域特性を把握した上で流域の流出状況と水収支を把握し、それぞれの推移を検討する。なお、地下水貯留量を示す地下水位についても観測している。なお、これらの観測調査結果は、流域の基礎的な水文観測データとして蓄積し、経時変化のグラフ化、地域状況の図化などを行って流域環境のモニタリング解析に供する。

(6) 方法

水文調査として、気象観測施設を流域ごとに設置し、降水量、気温、湿度および風向・風速を観測調査している。河川の観測調査は、各流域の末端に量水堰を設置し、河川流量を計測している。本調査は、大学への委託研究の範疇から外れる貝沢下流、クラミ沢・フチジリ沢およびヌタノ沢について、以下の方法で調査・観測を行った。

ア 河川流量観測調査

(7) 量水堰の流量観測

4 試験流域の下流部に量水堰を設置し、圧力式水位計で溪流の水位を自動記録し、水位－流量換算式を作成し、流量を換算求めている（内山ほか、2014）。さらに、月一度の頻度で量水堰での流量を実測し、流量チェックを行っている。これらの結果を、流域ごとにハイトグラフに表し、降雨と流出の関係を把握し、継続的に流出特性の推移をモニタリングする。

(1) 流程の流量調査

各流域の源流部から最下流の量水堰まで間の流量を調査し、その増減から流域での地下水による流出かん養、あるいは河床から表流水が地下浸透する覆没かん養の状況を把握する。流量は、河川横断面を計測し、電磁式流速計で計測した流速に断面積を乗じて流量換算する。

イ 地下水位観測調査

試験流域ごとに深度50mの観測井を設置し、降雨に伴う地下水位変動の状況を自動観測している。観測井には、水面下に圧力センサーを取り付け、地下水位変動を圧力変化としてデータロガーに記録する。データは毎月一度の頻度で回収し、グラフ化する。

(7) 結果の概要

ア 流量

平成26(2014)年の気象の特徴は、2月中旬の記録的な大雪、6月の梅雨の初めの大雨および10月の台風18・19号の通過に伴う大雨および7月~9月の少雨である。そこで、前年の2013年と合わせて

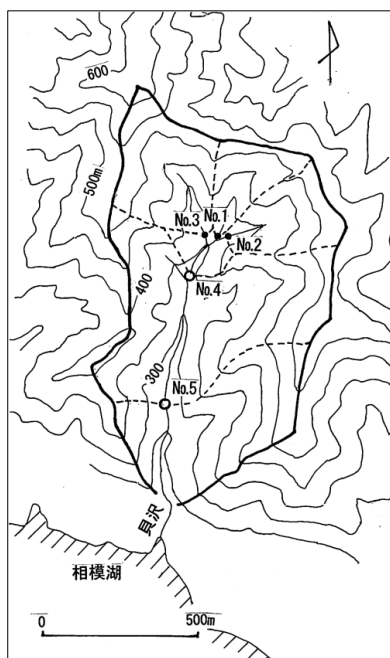


図1 貝沢流域と流量調査地点

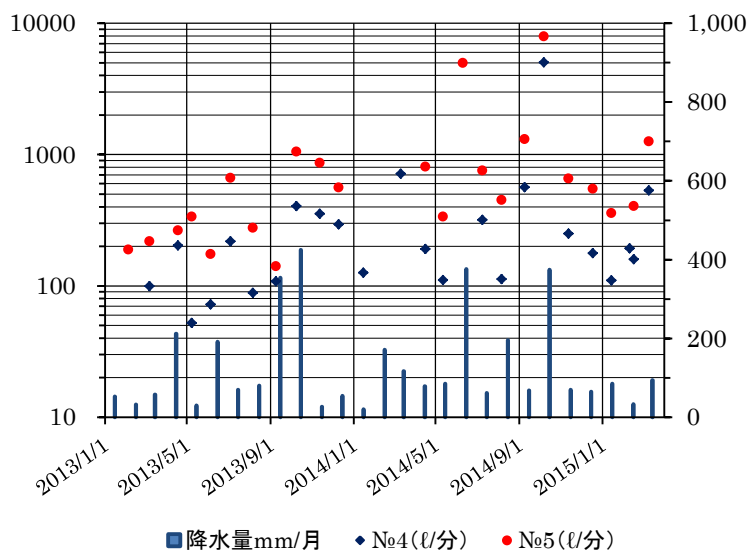


図2 貝沢のNo. 4 およびNo. 5 の流量実測の結果（左軸：l/分）、降水量（右軸）はアメダス相模湖の月間降水量

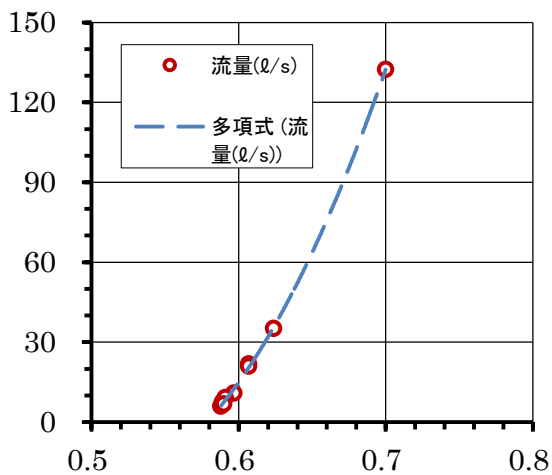


図3 No.5の量水堰水位と流量の関係

ある。貝沢は、源頭部に小さな湧水があるが、全般に山地地下水が土壌帯および風化帯から湧出し、流水が賄われている。2年間の記録のなかで、2014年に台風直後の増水時のデータがとれたので、今までの平常時と合わせて水位-流量の関係式を求めた（図3）。

2年間のデータを通してみると、No.4およびNo.5の量は、2014年6月と10月の台風による増水が顕

貝沢、クラミ沢・フチジリ沢およびヌタノ沢の流量を主とした水文観測結果について取りまとめた。

(7) 貝沢

貝沢では、源流部のNo.1~No.3の流域を対照流域として施業前後の水文調査を大学への委託研究と並行して行っている（図1）。当所では、貝沢の中下流部で水量モニタリング調査をNo.4およびNo.5で継続的に行っている。2013年~2014年の調査結果を図2に示した。

No.1は源流域のNo.1~3を集めた流域で面積は34.2haである。一方、No.5は下流に位置し、流域面積は71haで

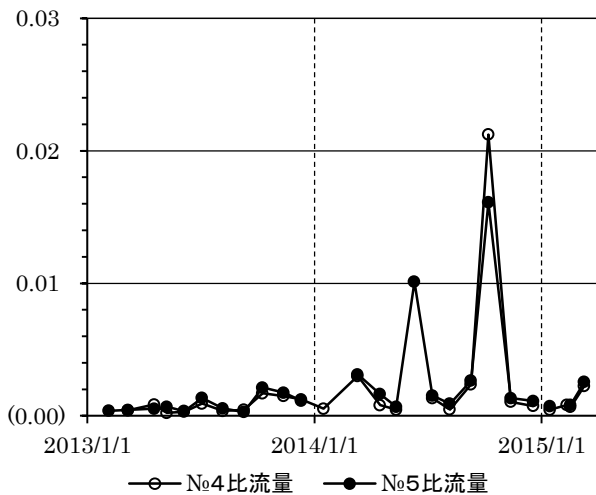


図4 貝沢No.4、5の比流量の変動

両沢の無降雨時の水源を明らかにするため、流程に沿って図5の番号を付した地点で流量を調査し、流量の増減を明らかにした。調査は、台風後の流量増が落ち着いた2014年10月末と11月初めに行った。それぞれの結果は図6に示したとおりである。

両沢の谷底の縦断面と流程の流量変化を図6で比べると、クラミ沢で標高600m、フチジリ沢で標高570mの傾斜変換地点以下に湧水帯があつて、流量を増加させていることが分かる。両沢共に火山斜面の比較的高度が高い位置にありながら、年間を通じて湧水と流水が見られるのは、溶岩とその下にある不透水性の地盤により形成される湧水帯が要因と考えられる。しかし、両調査流

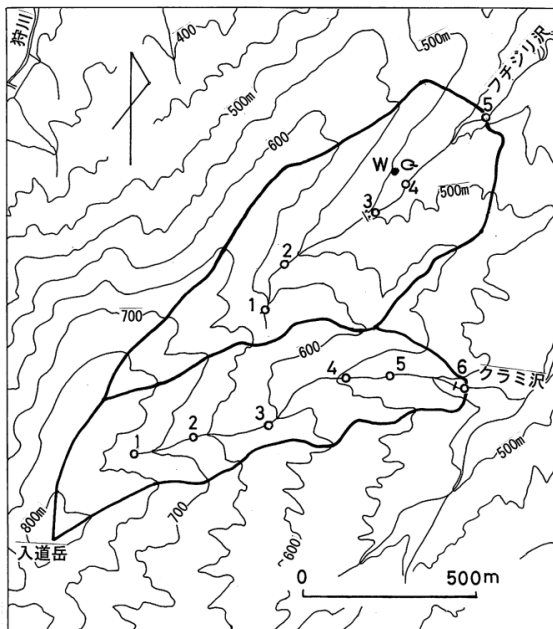


図5 クラミ沢・フチジリ沢の調査地点
番号○は調査地点、Wは地下水位観測井

著であった。しかし、いずれの場合も流量は直ぐに低減し平常の値に戻っている。

両地点の流量を比較すると、実流量では流域面積が大きい下流のNo.5の方が上流のNo.4より多くなるが、比流量で比較すると、図4に示すようにNo.4は0.002～0.021m、No.5で0.001～0.016にあつて、両者ともに降水量を反映して大きく変動し、同様な変動が観測された。両者の比 (No.4/No.5) は、実流量で0.16～0.77、比流量で0.32～1.6の幅で変化している。

(イ)クラミ沢・フチジリ沢

クラミ沢のNo.6 (流域面積34ha)、フチジリ沢のNo.5 (流域面積43ha) で流量を観測している (図5)。

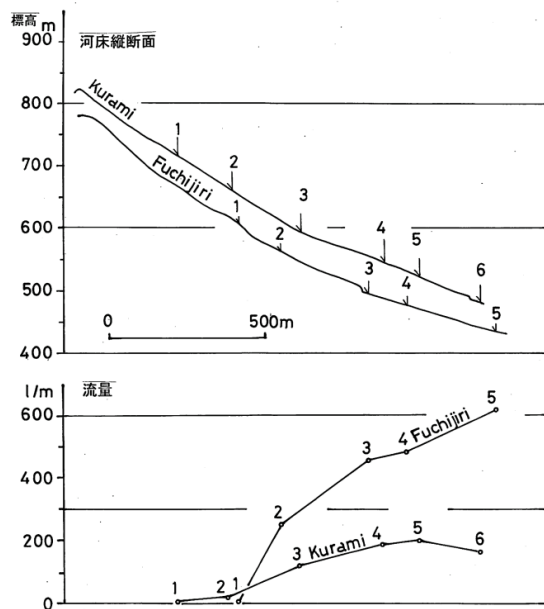


図6 クラミ沢・フチジリ沢の流量調査結果
上段：河床中断面、下段：流量2014/10/30、11/4

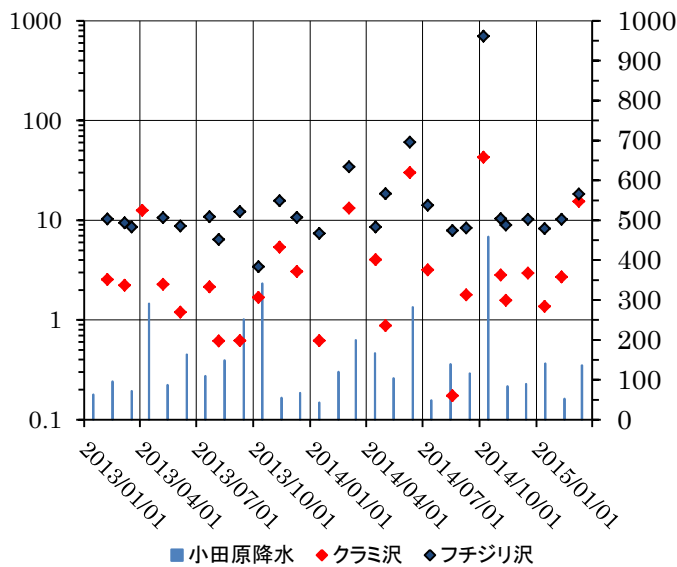


図7 クラミ沢・フチジリ沢の流量調査結果
左軸：流量 (ℓ/秒)、右軸：月降水量 (mm)

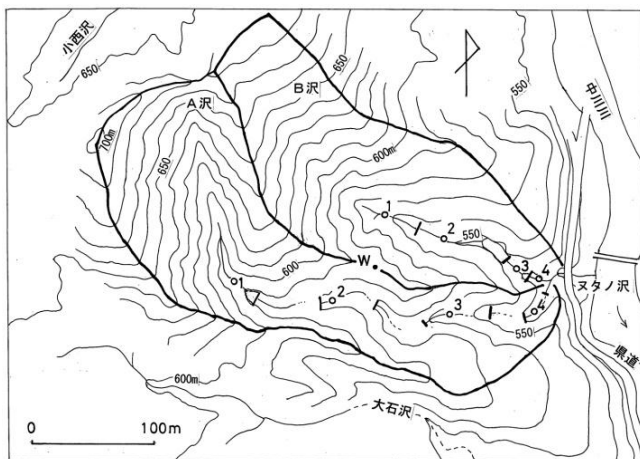


図8 又タノ沢の流量観測地点、W：地下水位観測井

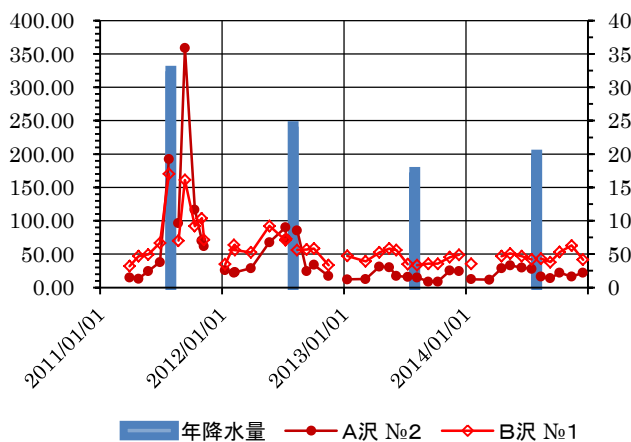


図9 又タノ沢ANo.2とBNo.1の流量比較 左軸：流量

域より下流では、次第に流量は減少し、やがて枯れてしまう。

2013年1月以降の2年余りのクラミ沢No.6およびフチジリ沢No.6で観測した流量の推移を図7に示した。

流量は年間を通じて流域面積の広いフチジリ沢の方が多く、比流量で比較しても、クラミ沢が0.0002~0.011mに対し、フチジリ沢が0.0007~0.143と多かった。最大値と最小値の比は、クラミ沢の50に対し、フチジリ沢が204と大きく、変動が大きいことを示している。

(ウ)ヌタノ沢

ヌタノ沢は、シカ柵で囲んだ南側のA沢(4ha)を実施流域とし、柵のない北側のB沢(3ha)を対照流域とし、林床植生の回復状況と水源環境の変化を観測している(図8)。

各流域の末端に設置した量水堰の越流量は、図9に示すように、普段はB沢の方が流量が多く、洪水時にA沢の方が多くなる。

両沢共に水源は源流部の湧水であるが、B沢の湧水は豊富なため、年間を通じて水量が安定し、かつ水量も多い。一方、A沢では、湧水時に涸れてしまうことがある。なお、2011年の流量が、それ以降に比べ多くなっている。これは、年降水量が3000mmを超えるほど多かったことを反映している。両沢の2014年の流程に沿った各地点の流量の状況をそれぞれ図10と図11に示した。

源流のNo.1から右に上流→下流と流程が表わされており、流量はA沢はNo.1からNo.2に増加し、B沢はNo.1からNo.3に増加す傾向が認められる。また、A沢は1月、9月、12月に涸れてしまったが、B沢はA沢の大约3倍の流量があって、安定している。なお、2014年は2月中旬に記録的な大雪があったため、その影響が4月まで残った。

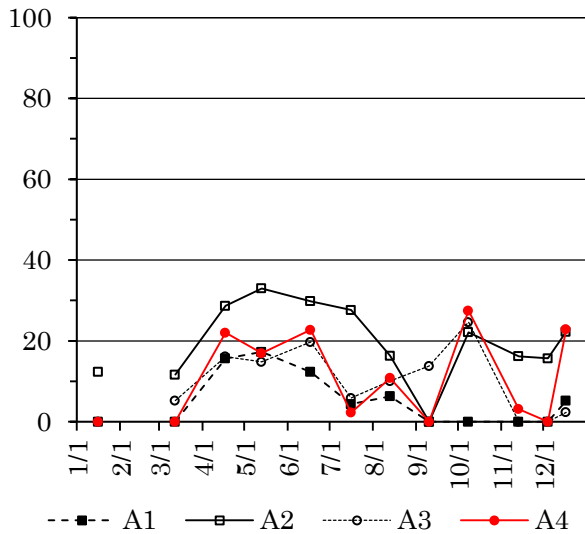


図10 A沢の各観測地点の1年間の流量変化
左軸：流量 Q /分

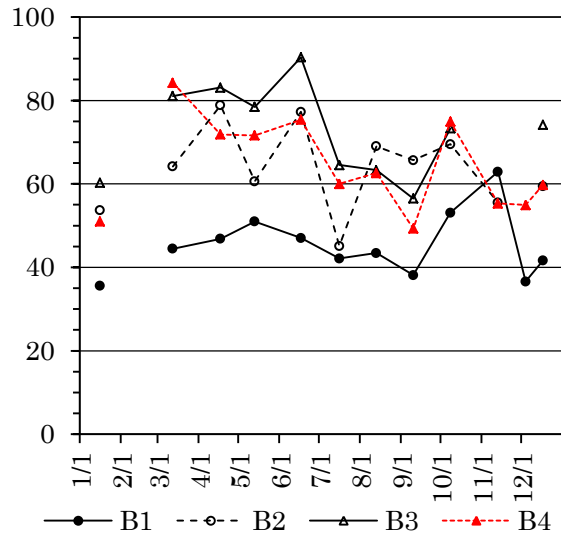


図11 B沢の各観測地点の1年間の流量変化
左軸：流量 Q /分

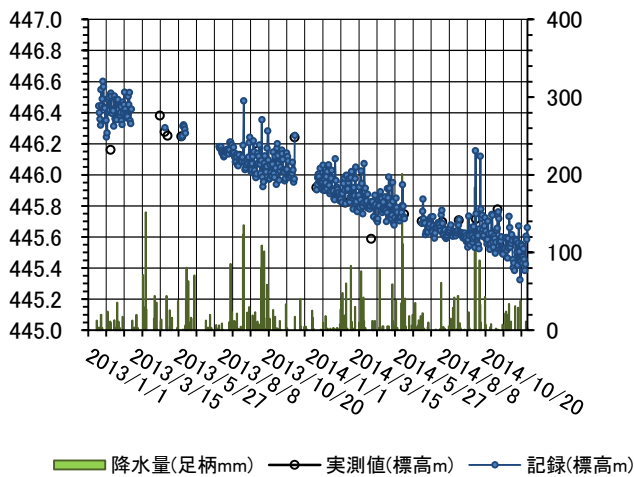


図12 フチジリ沢観測井の地下水頭観測結果
左軸：水頭（標高）m、右軸：降水量mm

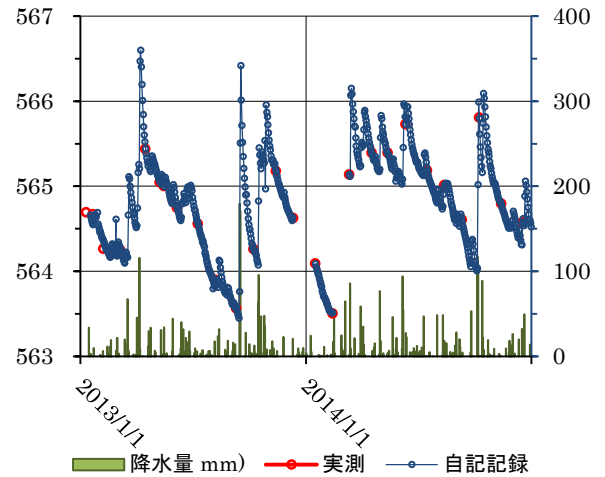


図13 ヌタノ沢観測井の地下水頭観測結果
左軸：水頭（標高）m、右軸：降水量(mm)

イ 地下水位（水頭）

自噴した貝沢を除き、地質調査ボーリング孔（深度50m）を観測井に仕上げ、地下水位を連続観測している。観測井の位置は、フチジリ沢（図5）とヌタノ沢（図8）の図中にWでマークした地点で、それぞれの観測結果を実測値と合わせて水頭（標高m）に変換して図12、13に示した。

フチジリ沢観測井の水位は地表から大よそ37mにあつて、観測開始以来低下傾向にある。観測以来、2年間でほぼ1m低下した。この観測井は不透水性の火砕流堆積物中にあるため、降水の直接的な影響がなく、気圧変化に対応して変化する。なお、井戸は斜面にあるので、フチジリ沢河床との高低差を考慮すると、水頭は河床の高さよりやや低い。図5の観測井のすぐ下流側に湧水マークで示した湧水があるが、この湧水は不透水性岩盤の上を流れる地下水と考えられる。

ヌタノ沢観測井はA沢とB沢を分ける尾根に位置し、地下水位は地表から大よそ22mの深度にある。水頭は両谷底の中間の高さの565m付近に位置して、降雨の影響を受け、降雨後急上昇する。水頭は繰り返す降雨を反映し、上下に大きく変動している。年間変動量は2～3mであるが、降雨後の水位の変化が急激な上昇と下降が顕著である。これは、風化が進んだ石英閃緑岩が帯水層を形成し、透水性が良いため降雨に敏感と考えられる。

(8) 課題

貝沢では、上流（No.4）と下流（No.5）で比流量ベースで同様な流出が観測され、流域全体のモニタリングへの対応・位置づけについてさらに検討が必要である。

クラミ沢・フチジリ沢は、火山斜面の流域で、溶岩と不透水性地盤によって表流水が維持されているので、その分布と役割について、引き続き解明が必要である。

ヌタノ沢は、そのもろい地質のため土砂流出が著しく、小流域ながら、10か所に治山堰が建造されている。そして、シカ柵が設置され、その効果が目に見え出している。モニタリング調査結果の解析に当たっては、流出する表流水および土砂が治山効果となってデータに含まれていることを踏まえ、それぞれの調査地点の位置づけと解析法の検討が必要である。

(9) 成果の発表

なし。

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

2-1. 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 **Bh. 水生生物調査**
(2) 研究期間 **平成 19～28 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 **山中慶久・内山佳美・横山尚秀・**

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、県内に設けた試験流域において対照流域法等の手法を用いて流域スケールのモニタリング調査を行う。その実施方法は、森林整備などの操作を行う前に、実験流域と対照流域の自然条件についての類似性や各々の特色について現状での流域特性として把握し、森林の操作後に追跡調査を行うものである。一般に、森林整備等の実施による森林の状態の変化は、下流への水や土砂の流出に影響し、さらにそれが溪流環境とそこに生息する水生生物の変化に影響すると予想されるため、本モニタリング調査の一環として水生生物調査を行う。

(6) 方法

事前調査として、各試験流域において季節ごとに付着藻類・底生動物の実態調査を一通り行う計画であり、平成 26 年度は、フチヂリ沢の春季・秋季の付着藻類調査を行った。また、試験流域に生息する水生動物のうち広く中下流河川にも生息するものもあることから、今後の水系全体での検討に先立ち、基礎調査として地域個体群の遺伝子解析を行った。下記の①は、(有) エコ・フロント研究所、②は神奈川工科大学への委託により実施した。(詳細は、委託報告書参照。)

① 付着藻類調査（フチヂリ沢）

事前モニタリングの一環として、春季（平成 26 年 6 月 2 日）、秋季（平成 26 年 11 月 5 日）に、フチヂリ沢試験流域内の既存の調査地点（全 9 地点）において調査を行った。各調査地点において、河床材料となる石から 25cm² 程度の付着藻類を採集できる石を拾い上げ、付着藻類の付いた石の表面に 5cm 枠のコドラート（ゴム板）を被せ、コドラート外の付着藻類やゴミをブラシで削り落とした。その後、石をバットの上に置き、残った 5cm² の付着藻類をブラシで削り落して採集した。採集した藻類は 3 パーセント程度の濃度となるよう、ホルマリン溶液で固定して持ち帰り、光学顕微鏡を用い種の同定と計数をおこなった。また、採集した試料の中に含まれる有機物量とそれ以外（主に鉱物）の量と比率をあきらかにするため、ホルマリン溶液を加える前に等量分取した試料で強熱減量の測定をおこなった。各調査地点では環境要因（水温・pH・EC・濁度・溶存酸素濃度・流速）の調査を合わせておこない、全天空写真を撮影した。

② 水生動物の地域個体群の遺伝子解析

・ホトケドジョウ

ホトケドジョウはミトコンドリア DNA (mtDNA) の解析研究によって全国規模における遺伝的構造が明らかにされており、大きく 6 つの集団に分類される。神奈川県では特に相模川以西について、生息は確認されているものの遺伝的バックグラウンドについては、詳細な検討はなされていない。そこで、本研究では厚木市内で相模川の西川に位置する支流である、玉川および荻野川で採集された 10 匹のホトケドジョウを用いて mtDNA D ループ領域の変異の解析を行った。

・ヤマメ

神奈川県内の在来ヤマメの調査研究から、放流記録や外部形態の差から相模川水系3河川、酒匂川水系2河川に在来系統のヤマメが生息すると推定されている。しかし、実際にヤマメの遺伝的構造を明らかにする研究はこれまで行われていない。そこで、本研究では、ミトコンドリアDNA（以下mtDNA）のハプロタイプ（以下ハプロタイプ）と核DNAのマイクロサテライト領域（以下SSR:Simple Sequence Repeat）の対立遺伝子（以下アليل）の塩基長を用い、県内に生息するヤマメの遺伝的構造を明らかにした。

(7) 結果の概要

主な結果は以下のとおりである。（詳細は、委託報告書参照）

① 付着藻類調査（フチヂリ沢）

藻類の細胞数（糸状藍藻類は糸状体数）で求めた現存量は、フチヂリ沢は約2,700~20,000/cm²、クラミ沢は約350~75,000/cm²で、両沢とも定点により現存量は大きく異なっていた。平均現存量はフチヂリ沢の約9,700/cm²に対して、クラミ沢では約20,000/cm²と多く、クラミ0の現存量が両沢の各定点で最も多かった。クラミ0の現存量が多い背景として、開空率が大きいことや、河床勾配の緩い砂防堰堤部に位置しているため河床材料の移動が少ないことが挙げられる。

春季から冬季までの調査地点ごとの現存量から、フチヂリ沢とクラミ沢でともに夏季の現存量が少なく、春季の現存量が多かった（表1）。

丹沢のいくつかの溪流における平均藻類現存量は、早春季に240,000/cm²、夏季は41,000/cm²、秋季は99,000/cm²程度である（吉武・福島 2007）。これらの値と比較すると、フチヂリ沢の春季の現存量は山地の源流域としては多いが他の季節には少なく、クラミ沢では各季節とも少ない傾向であった。

表 1 現存量(四季)

地点		春季	夏季	秋季	冬季
フチヂリ沢	フチヂリ平均	304,805	1,248	9,741	29,002
	フチヂリ0	398,120	1,250	19,642	36,460
	フチヂリ1	21,383	2,470	5,168	22,220
	フチヂリ2	530,150	1,620	18,018	6,060
	フチヂリ3	566,016	260	2,666	16,690
	フチヂリ4	8,355	640	3,213	63,580
クラミ沢	クラミ平均	51,056	3,060	20,210	36,385
	クラミ0	195,255	7,800	74,543	60,800
	クラミ1	6,028	1,630	352	68,070
	クラミ2	1,250	2,430	1,458	9,430
	クラミ3	1,690	380	4,485	7,240

※現存量は1cm²における細胞数（糸状体数）

②水生動物の地域個体群の遺伝子解析

・ホトケドジョウ

今回の解析に用いた標本は、玉川および荻野川で採集されたホトケドジョウを用いた。

玉川、荻野川で採取されたホトケドジョウは南関東集団クレードAに分類されることが明らかとなった。ただし、このうちのいくつかは、他のホトケドジョウと違うクレードを形成しており、さらに細かいクレードを形成している可能性がある。

今回、山梨県忍野で採集されたハプロタイプは、静岡県沼津で採取された個体ハプロタイプにきわめて近いことが明らかとなった。これと同じクレードを形成する個体が玉川と荻野川から見

出された。これらの関連は現時点では議論することはきわめて難しいが、過去には山梨に産を發するホトケドジョウが起源であることなどが推定される。

ホトケドジョウは、今回分析した地域を含め、丹沢及びその周辺地域に分布が確認されている。これらの地域の解析を増やすことにより、神奈川県内に生息する本種の遺伝子構造が明らかになろう。

・ヤマメ

酒匂川水系、相模川水系、金目川水系及び早川水系及び県内の各養魚場からのヤマメについて分析した。その結果及び課題について、以下のように整理した。

県内のヤマメは多様な外部形態を示すものの、遺伝的には全てヤマメ *Oncorhynchus masou* と分類される。mtDNA の塩基配列では、ヤマメ *Oncorhynchus masou masou* とアマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae* を有意に区別することはできなかった。これらの結果は、先行研究に合致した結果となった。

GenBank に登録されたタイヘイヨウサケ属 7 種の mtDNA 中の D-loop 領域の塩基配列から、種内の塩基多様度 (II) を求めた結果、神奈川県のカヤマメ集団における塩基多様度が他種および同種と比べて低いことが分かった。

酒匂川水系、相模川水系及び早川水系から得られたいくつかの地点のハプロタイプは、養殖魚にはないそれが検出された。これらのハプロタイプが神奈川県のカヤマメに固有のものであるか、あるいは未知の養魚場に由来するものであるのかは今後の課題である。

酒匂川水系は 6 種、相模川水系は 7 種のハプロタイプの存在が明らかになったが、地点ごとの多様性は低かった。堰堤などの河川構造物により、本来の遺伝的多様性を失った可能性がある。また、いくつかの地点について、集団サイズの減少が生じ、任意交配が行われていない可能性がある。

神奈川県における 3 養魚場の親魚の系統は相模川水系由来の遺伝的構造を持っていた可能性がある。

今回の分析に供された標本数が少なく、統計的検定に十分耐えうるものではない。今後の課題として、mtDNA および SSR の遺伝子座を増やし、より精度の高い解析を行う必要性を指摘した。

(8) 課題

- ・付着藻類、底生動物ともに、4つの試験流域の四季の調査が終了した。今後は、対照流域試験のねらいに沿って、整備等の効果を長期的にモニタリングしていく必要があり、水生生物分野のモニタリングの筋書きを関係者で議論し、調査項目を設定していく必要がある。

(9) 成果の発表

石綿進一ほか (2013) 源流河川の底生動物, 神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 163-175

吉武佐紀子ほか (2013) 大洞沢、貝沢の付着藻類植生, 神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 123-144

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 - B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) 課題名 **Bi. 水循環モデル**
- (2) 研究期間 **平成 24～28 年度**
- (3) 予算区分 **県 単**
- (4) 担当者 **内山佳美・横山尚秀・斎藤正彦**

(5) 目的

「第 2 期かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画（平成 24～28 年度）」にかかる森林環境調査の一環として、これまでに開発を行った水循環モデル（広域モデル 3 地域、試験流域モデル 4 ヶ所※）を用いて、収集された現地モニタリングデータと比較してモデルの再現性の検証を行うとともに、水源環境保全・再生施策におけるダム上流等の広域の事業実施効果を検討している。

本年度は、これまで開発してきた広域モデルと試験流域モデルのパラメータ等を整理し、第 2 期のまとめとしてモデルの諸条件を確定する。また、試験流域モデル（貝沢モデル、大洞沢モデル）を用いて流量や土砂量により水源林整備の施業効果を推定する。さらに、宮ヶ瀬湖上流域モデルと貝沢モデルの計算結果の見える化について検討を行うとともに、広域モデルと試験流域モデルの入出力の改善を行う。

※広域モデル：宮ヶ瀬上流域モデル、相模川流域モデル、酒匂川流域モデル

試験流域モデル：大洞沢モデル、貝沢モデル、ヌタノ沢モデル、フチヂリ沢モデル

なお、モデルの検証および施策効果予測の計算処理は株式会社地圏環境テクノロジーに委託して行った。

表 1 第 2 期 5 年計画スケジュール

	H24	H25	H26	H27	H28
試験流域モデル	新規の現地データによるモデルの検証				
	順次、各モデルのシナリオ検証				
広域モデル	宮ヶ瀬湖上流域モデルの予測解析				
		相模川上流域モデルの予測解析			
		酒匂川流域モデルの予測解析			
			中間報告	本解析	最終報告

(6) 方法

①広域・試験流域モデルにおけるパラメータ等の整合性の検討

本検討では、各流域モデルの開発経緯、使用したデータ、解析種別、現地データを用いた検証及び抽出された課題等を取りまとめ、今後のモデル整備へ資する基礎資料として整理した。これらは、モデル構築の手順を詳細に記述したワークフローを作成の上、該当箇所との関連付けを踏まえて整理した。さらに、これまでのモデルで採用された主要パラメータ及びその経緯が把握できるように表形式のデータリストに取りまとめた。

広域モデル、試験流域モデルに関する取りまとめ結果に基づき、対象とする場、水文水理過程及びそれらを記述するパラメータ間の整合性を考察し、現状の課題を抽出した。現地調査の進捗やモデル開発の経緯に応じて、個々の流域モデルのレベルが異なるため、本業務では、今後のモデル改良・更新の中で利用できる検証項目、期間の程度に応じたプロダクトレベルの設定案を示した。

②試験流域モデル（貝沢モデル、大洞沢モデル）による施業効果の推定

貝沢、大洞沢試験流域を対象に、水源林整備の効果検証を最新の流域モデルを用いて施業効果の予測解析を実施した。

貝沢試験流域は、平成24年度に構築した貝沢試験流域モデルをベースに、隣接流域との干渉を考慮するための領域拡張を行うとともに、新たな土砂浸食・堆積過程を組み入れ更新した。更新された流域モデルは、最新の現地観測データと比較し、再現性を検証した（図1）。解析結果と現地観測データとの比較結果によると、貝沢流域はStream powerで表される浸食能が大洞沢よりかなり小さい可能性が推定された。両試験流域の林床状態の観察・対比など、現地情報による直接的な確認が必要である。

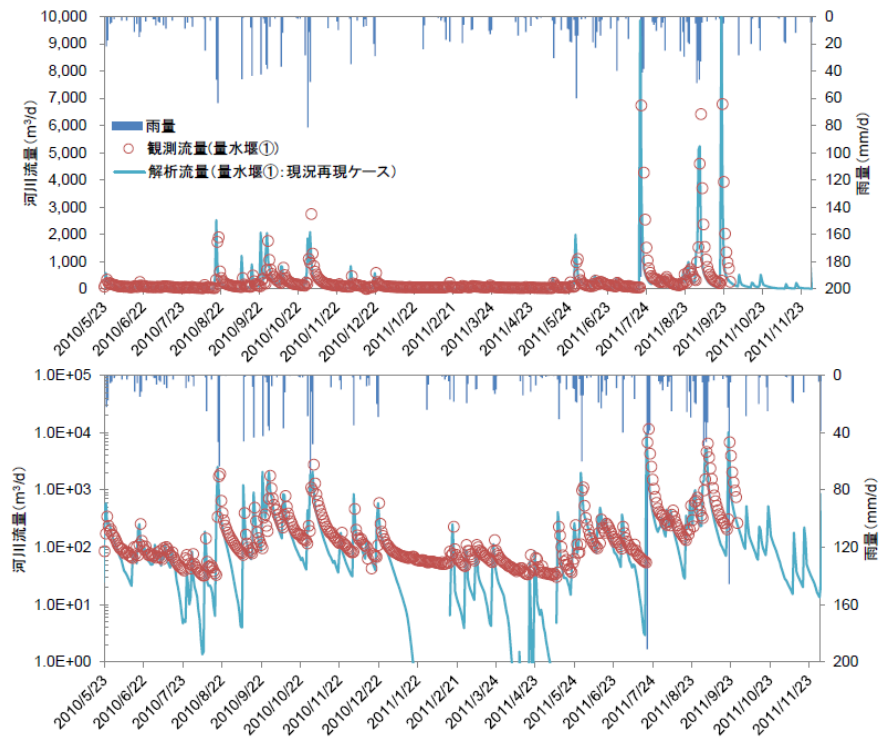
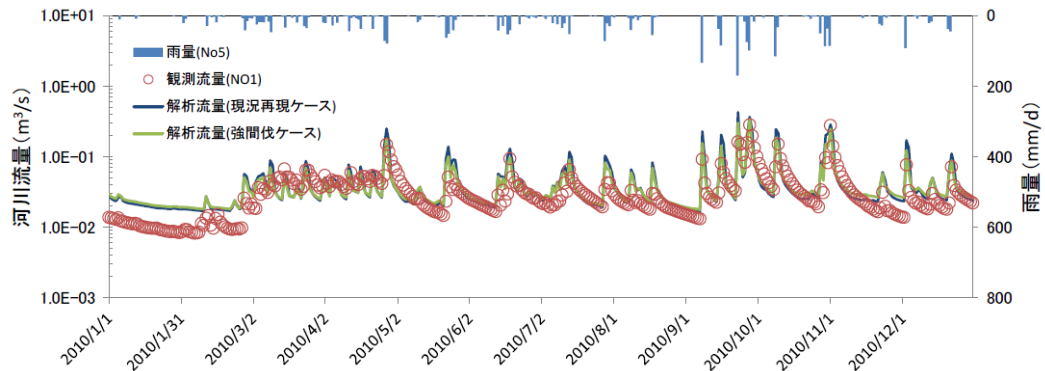


図1 計算流量と観測流量の比較（貝沢試験流域、量水堰①）

大洞沢試験流域については、平成25年度に構築したモデルを用い、施業効果の予測解析を実施した（図2）。土砂輸送解析については、貝沢試験流域と同様の手法を用いた。それぞれの試験流域モデルを用いて評価した水収支によると、下層植生が発達し土壌透水性が現在の状態に対して透水係数を3倍（弱間伐）、5倍（強間伐）と大きくできることで、地下水貯留量の変化が緩和され、流況安定化の効果が得られる見通しが示された。また、土壌流出等により地表面の透水性が現状より1桁低下すると、年間の地表水流出量が約400mm/y（貝沢）、約100mm/y（大洞沢）減少する結果となった。この水量は、それぞれの年降水量に対して15%（貝沢）、3%（大洞沢）に相当するものである。



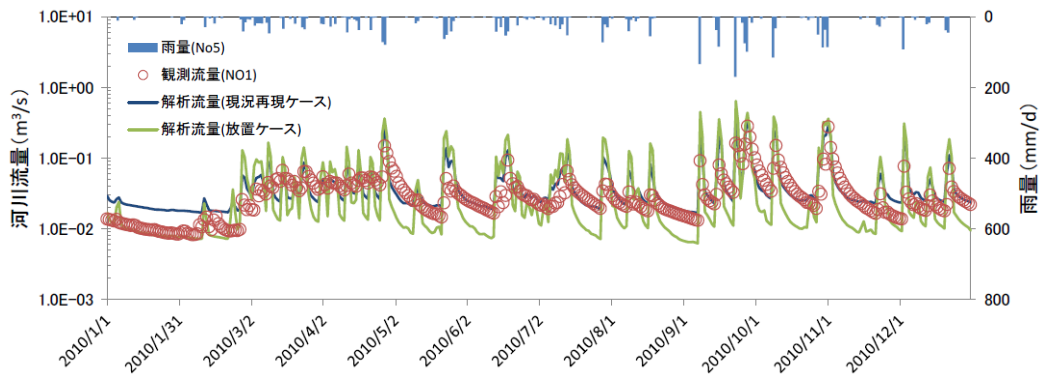


図2 計算流量と観測流量の比較（大洞沢試験流域NO.1、強間伐ケース（上段）と放置ケース（下段））

③見える化手法の検討

宮ヶ瀬湖上流域モデル（平成24、25年度実施）および貝沢モデル（平成24、26年度実施）の計算結果を用いて、対象領域の陸面状態と水収支諸量（涵養量、湧出量、流出量など）の時空間構造を解析すると共に、水循環モデルによる検討結果の取りまとめ案と成果の見える化手法について検討した。

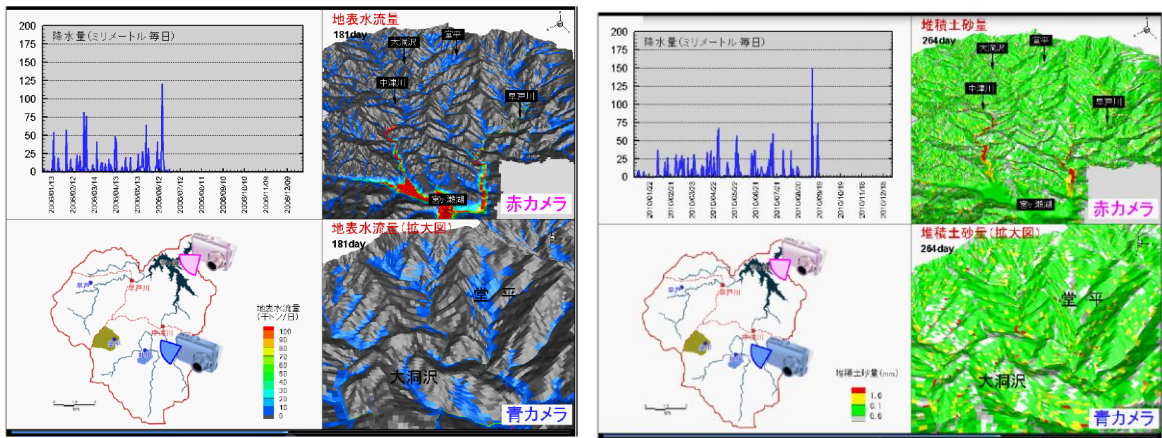


図3 マルチプロットレイアウト：降水量と地表水流量（左）、降水量と堆積土砂量（右）

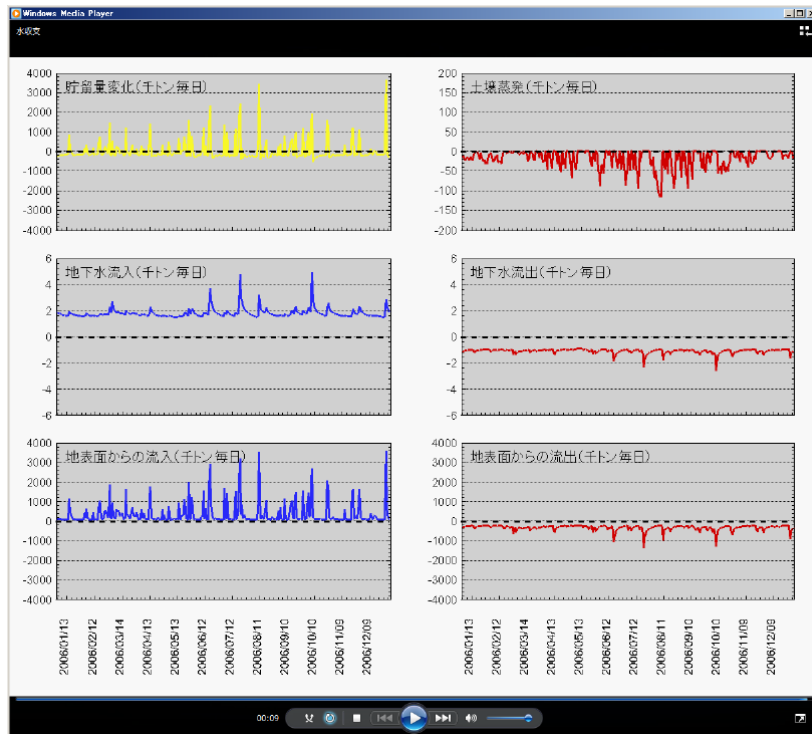


図4 マルチプロットレイアウト：地表水と地下水の水収支

本検討では、事業効果を定量化するための評価指標の導入とそれらを複数の異なる可視化手法（マルチプロットレイアウト、インタラクティブマップ、ダッシュボード）を組み合わせることによる新たな見える化手法を検討し、幾つかの解析結果を用いて試作を行った（例として、図3、4）。

④水循環モデル解析システムの更新・保守

入力データのうち地盤物性などのパラメータの設定領域を定義するREGIONデータセットについて、ArcGISで取り込むことが可能な形式に変換するツールを導入した。また、ArcGIS上で表示された平面格子に対して、任意の格子範囲を選択・抽出し、水循環モデルの入力データ形式へ変換するツールを導入した。これらのツールを利用することで、GIS上で視覚的に指定されたパラメータ設定領域を容易にシミュレータへ受け渡すことが可能となった。

自然環境保全センターの所有する計算機に、水循環モデルおよび解析作業に必要な各種アプリケーションのインストールを行った。インストールした水循環モデル及び解析アプリケーションは、正常に動作することを確認した。

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
B. 対照流域法による総合モニタリング

- (1) **課題名** Bj. 水源施策の総合評価のための情報整備
(2) **研究期間** 平成 19~28 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** 山中慶久・内山佳美・雨宮 有

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画に基づく本研究課題は、対照流域法等による現地モニタリング調査による事業効果の検証、水循環モデルを用いたダム上流域等の広域の事業効果予測に加えて、施策の総合的な評価のためには個別事業とそのモニタリングのデータも活用した総合的な解析を行う必要がある。そこで、個別事業とそのモニタリングデータを収集・整備し本研究課題で得られた知見を踏まえて総合解析を行う。

(6) 方法

森林で行われる事業の総合的な評価を行うため、事業実績や各種モニタリング調査のデータを収集・整備するとともに、業務初年度にあたる平成 25 年度は各事業部門で共通利用できるベースマップを整備した。

本業務は、高度な GIS 技術をもち、システム設計や GIS データのプログラミング、GIS 技術指導のできる派遣職員により実施した。

(7) 結果の概要

①事業実績・モニタリングのデータ整備、集計・解析

各事業部門で所有している事業実績やモニタリング調査の GIS データを収集し、解析するために必要な加工を行った。これまでに研究連携課が収集していたデータとあわせて、共通利用データとして整備し、自然環境保全センター内の共通利用サーバで公開した。

また、収集したデータを使用して、水源の森林づくり事業・県営林・承継分収林の施業実績集計・解析、水環境モニタリングー河川モニタリング地点の土地利用面積区分等集計、ヌタノ沢流域内の各測定点の集水面積算出、自然再生事業 H25 実績図作成、水源保全地域の各種分布図整備 (地形陰影図、植生区分図、解析雨量分布図、傾斜区分図ほか) 等を行った。

また、各事業部門の GIS 利用に関して、指導・助言を行った。

②GIS データ利用・解析のための各種プログラム作成

各業務に関連したプログラムを作成し提供した。(水源林集計プログラム、コンパス測量プログラム、微地形図作成プログラム、フィールド管理ツール、座標取得ツール、GIS 連携ツール等。)

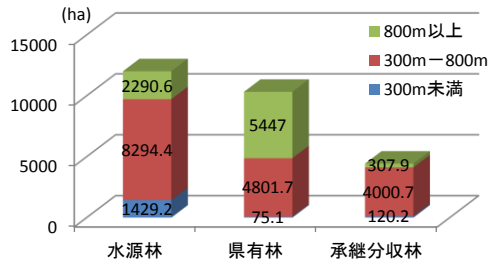
(8) 今後の課題

・今後も施策全体の進捗把握や事業効果解析、事業対象地選定等に活用するため、毎年の事業やモニタリングのデータを収集・整備していく必要がある。

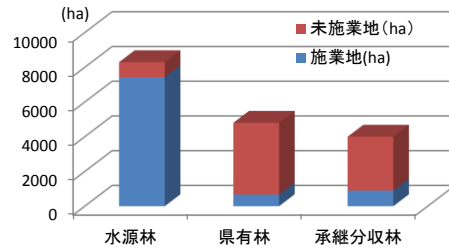
・事業実績が電子データとなっていない、また電子データが保存されていても、データベース形式となっておらず (データ項目の定義が統一されていないなど) 集計できないものも多い。事業の全体像の把握や事業検証のためにも、個々の事業部門任せにせず、全体としてデータ蓄積する仕組みが必要である。

(9) 成果の発表 なし

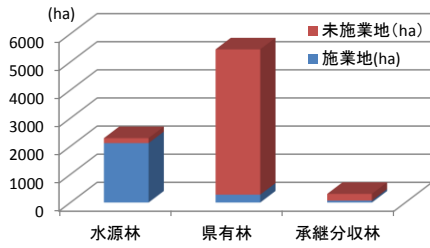
(A) 標高帯別の事業対象面積



(C) 標高帯別の施業状況 (標高 300~800m)



(B) 標高帯別の施業状況 (標高 800m 以上)



(D) 標高帯別の施業状況 (標高 300m 未満)

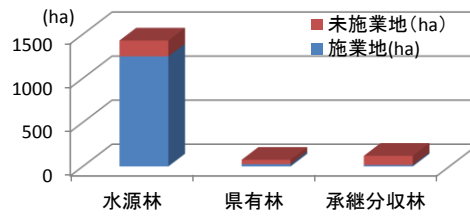


図1 水源の森林づくり事業林、県営林、承継分収林の施業状況 (H19~25)

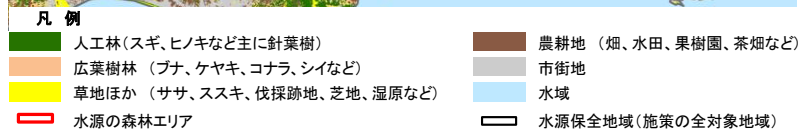
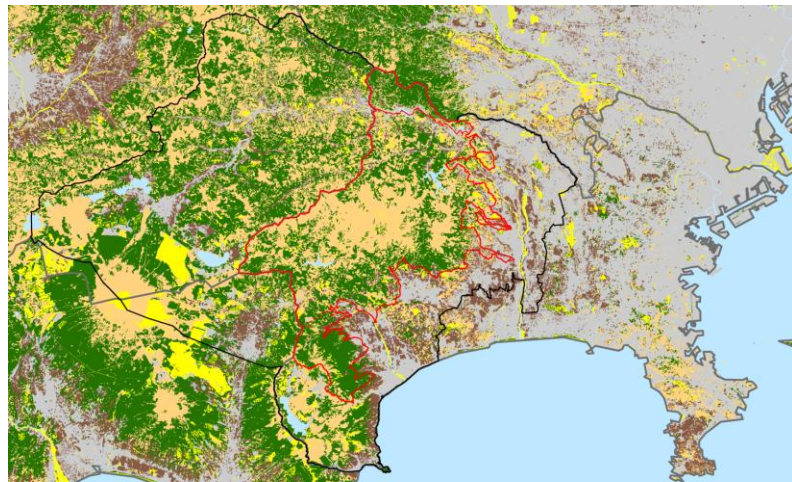


図2 水源環境保全・再生施策 事業説明用植生区分図

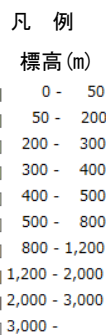
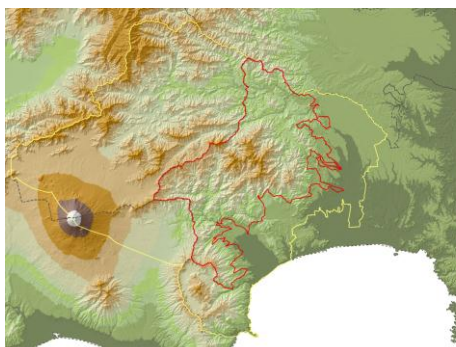


図3 地形陰影図

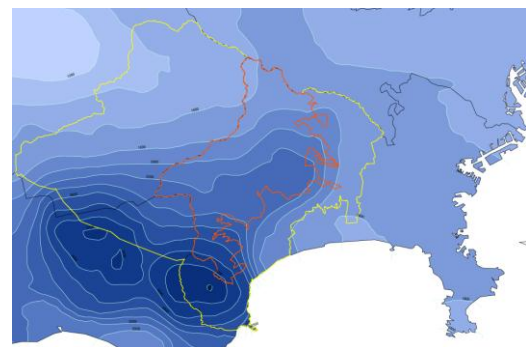


図4 降水量分布図

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 総括
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 田村 淳・赤嶺真由美・成瀬真理生・谷脇 徹・指村奈穂子

(5) 背景

平成 23 年度に開催された、第 1 期かながわ水源環境保全・再生施策（水源施策）の県民会議において、「水源かん養機能に及ぼす森林整備の効果は時間がかかるが、生態系に着目すれば比較的短期間に効果がわかるのではないか」という意見が出された。施策調査専門委員会においても、水源施策の評価に「森林生態系」の視点を取り入れることが検討された。こうした提言を受けて平成 24 年度に学識経験者によるワークショップが 2 回開催され、「森林生態系や生物多様性の評価に関しては、網羅的に調査するのではなく、指標性の高い種群に限った方がよく、代表的な地域で代表種群を選定して行うことが重要である」と指摘された。そこで、平成 25 年度から森林生態系効果把握調査を実施することとした。

(6) 目的

植物や土壌動物など各生物分類群の生物多様性に及ぼす間伐の効果をも、林分および山域スケール（小仏山地、丹沢山地、箱根外輪山）で明らかにする。そのために、林分単位では間伐の前後による下層植生の増加と、それに依存する各生物分類群の多様性を評価する（図 1）。さらに、林分単位の結果を山域全体の森林にあてはめることで、山域での森林生態系の健全性や生物多様性を総合評価する。

平成 26 年度は小仏山地と箱根外輪山で調査した。林床植生を除く全調査を、アジア航測(株)に委託した。

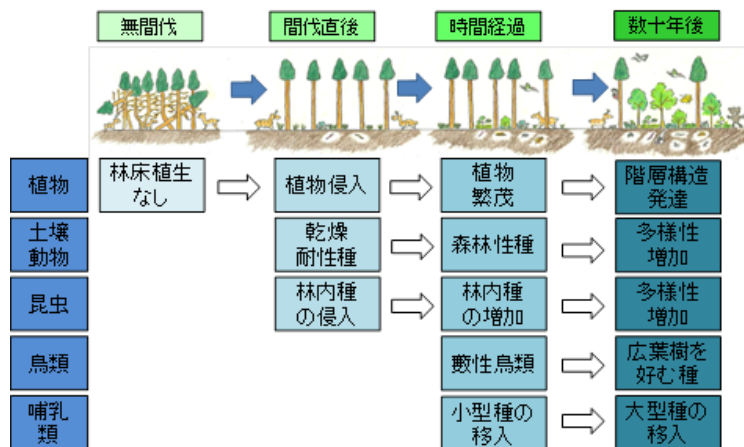


図 1 間伐に伴う林相の変化とそれに関連した生物多様性の変化モデル

(7) 方法

① 調査地の選定

地質やシカの生息状況の差異を考慮して小仏山地と箱根外輪山、丹沢山地の3つの山域を対象とした。各山域で水源林として確保した森林のうち主要な契約形態である「水源協定林」について、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林の3林相を対象とした。林相ごとに確保後間伐前と1回目の間伐からの経過時間による状態を評価するために、間伐前後の経過年数が異なるように小仏山地では27林分（3林相×9）、箱根外輪山では21林分（スギ林とヒノキ林は各9、広葉樹林は3）で調査した。



写真 小仏山地と箱根外輪山のヒノキ林の調査林分例（上段：小仏山地、下段：箱根外輪山、左：整備前、中：整備直後、右：整備後一定時間経過）

② 事業計画

丹沢山地ではシカの高密度の状態が長く続いたことによる植物への整備効果が発現されないことがわかってきたため、シカの少ない小仏山地と箱根外輪山を丹沢山地よりも先に調査して（表1）、山域スケールで総合評価する。

第2期水源施策期間中は、調査時点において間伐からの経過年数の異なる調査地を複数設定して（クロノシーケンス）、間伐からの経過年数と各生物の多様性との関係を把握することを目標としている。第3期以降は同一林分で調査することで時点間の変化、すなわち本来の意味での間伐効果を明らかにすることを目標とする。

表1 調査のスケジュール

山域	第2期水源施策期間					第3期水源施策期間					
	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	
小仏山地	予備調査		本調査			追跡調査					
箱根外輪山			本調査			総合解析		追跡調査		補足調査	総合解析
丹沢山地			本調査			追跡調査					

(8) 結果の概要

- ・ 間伐からの経過年数と各生物の種数や個体数との相関関係を解析して、連関図を試作した。
- ・ 具体的には次のとおり。
- ・ H26 の小仏山地と箱根外輪山での調査から、ヒノキ林では間伐して時間が経過したところでは高木性広葉樹の稚樹高が高くなっていた。
- ・ 両山地では間伐して時間が経過したところでは下層植生の植被率や種数が多い傾向が認められ、小仏では下層植生の植被率や種数が多いところでは林床性昆虫の種数や個体数も多くなる傾向があった。
- ・ 林相別で各分類群を比較すると、小仏では昆虫の種類や個体数はスギ林やヒノキ林よりも広葉樹林で多く、広葉樹林は比較的種類組成が特異なことがわかった。
- ・ 鳥類と哺乳類では明瞭な傾向を見いだせなかったが詳細な解析は今後の課題である。

(9) 今後の課題

- ・ H27 は丹沢山地で同様に調査する。

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 Ca. 植物
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 田村 淳・指村奈穂子・成瀬真理生・赤嶺真由美

(5) 目的

間伐による植物の種組成や種数、種多様性などに及ぼす効果を明らかにする。

(6) 方法

各山域の各林分に 20m×20m の方形区を設置して (図 1)、樹高 1.5m 以上の立木について樹種と胸高直径、樹高、通直・枯損状況を記録した。また 20m×20m 方形区内に 2m×2m の小方形区を 10 個設置して、1.5m より小さい維管束植物の全体の植被率と各出現種の被度を記録し、そのうちの高木性樹種 (小高木種含) については、樹種と樹高を測定した。さらに、方形区ごとに、方位、傾斜、緯度、経度、標高をクリノメーターや GPS により記録した。全天写真から開空度を算出した。

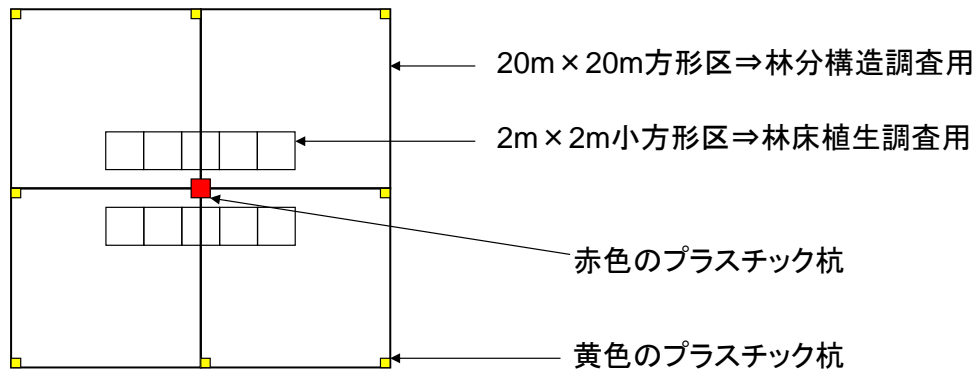


図 1 各林分に設置した方形区の形状

(7) 結果の概要

① 間伐後の経過年数と植生指標 (植被率、林床植生種数、更新木の個体数など) との関係

各地域の各林相において、間伐後の経過年数と何らかの植生指標との間には有意な相関関係が認められた (表 1)。小仏山地のスギ林では更新木の種数や個体数、最大樹高、植被率が間伐後の経過年数と相関関係があり、3~5 年が経過した時点を頂点とする二次曲線のあてはまりがよかった。小仏山地のヒノキ林では更新木の最大樹高や林床植生の種数、多様度指数 H' が間伐後の経過年数と相関関係があった。

箱根外輪山のスギ林では更新木の個体数と多様度指数 H' が、ヒノキ林では更新木の平均樹高が間伐後の経過年数と相関関係があった (表 1)。

表 1 間伐後の経過年数と植生指標との相関係数 (田村ら未発表)

項目	小仏山地			箱根外輪山	
	スギ	ヒノキ	広葉樹	スギ	ヒノキ
	林分数	9	9	9	9
開空度	0.7226	0.0625	0.2951	0.0237	0.3791
更新木の種数	0.5562	0.2696	0.0798	0.1632	0.3862
〃 個体数	0.5209	0.0925	0.0292	0.4111	0.1816
〃 平均樹高	0.3851	0.6032	0.1911	0.2054	0.4925
〃 最大樹高	0.4422	0.4223	0.0547	0.3343	0.392
林床植生の植被率	0.5954	0.3307	0.2412	0.302	0.0983
〃 種数	0.2728	0.5071	0.5235	0.3303	0.1381
〃 多様度指数 H'	0.2957	0.5138	0.5235	0.432	0.3806

*1 箱根外輪山の広葉樹林の林分数は3のため、表中に示さなかった。

*2 ゴシックは有意性のあるもの、イタリックは有意性が認められないものの $R^2 \geq 0.2$ のもの。

②林相と植生指標との関係

林床植生の種数 (40m²あたり) は、小仏山地では林相による差異はなかったが、箱根外輪山ではヒノキ林で高い傾向があった。林床植生の植被率はどの林相も箱根外輪山で高い傾向があった。

③林分構造 (階層構造) と植生指標との関係

小仏山地と箱根外輪山の調査林分の樹高階分布を基にクラスター解析したところ、3群に分けられた。第1群は低木層が疎のタイプ、第3群は低木層が密のタイプであり、第2群は第1と第3の中間的なタイプであった。林相をこみにして各植生指標との関係をみると、林床植生の植被率は両山域ともに第3群で高い傾向があった。

(8) 今後の課題

- ・ 得られたデータから CCA や DCA による調査林分の序列化やそれに影響する要因の抽出、GLM によるモデル推定を行う。
- ・ 他の分類群との相互関係 (作用) の有無を解析する。

(9) 成果の公表

- ・ 指村奈穂子・成瀬真理生・田村淳 (2014) 神奈川県小仏地域の水源林において混交林化に向けた間伐が林床植生に及ぼす影響. 第 125 回 日本森林学会大会 P2-085.

(2) 水源林などの公益性の高い森林再生技術開発

(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 **Cb. 土壌動物**
(2) 研究期間 **平成 25 年度～**
(3) 予算区分 **森林環境調査費**
(4) 担当者 **赤嶺真由美・成瀬真理生・田村淳**

(5) 目的

間伐によって変化が著しいと考えられる土壌において生息する土壌動物を把握し、土壌動物の多様性に及ぼす間伐の効果を検証する。

(6) 方法

陸生大型ミミズの調査は、小仏山地において 8 月 1 日から 8 月 9 日、箱根外輪山で 7 月 29 日から 8 月 1 日に実施された。20 m × 20 m のコドラート内とその周辺から、25 cm 四方、深さ 10 cm の土壌を 10 か所サンプリングした。サンプリングされた土壌について、現地でソーティングし、採取されたミミズを生きのまま持ち帰った。持ち帰ったミミズは、林分ごとの湿重量の合計を計測後、実体顕微鏡下で解剖して種同定をおこなった。同定されたミミズは、麻酔後、ガラス棒に挟んで FA 固定液で固定し、ホルマリン溶液中に保存した。調査はアジア航測株式会社に委託し、駿河台大学の伊藤雅道教授の指導に基づき行われた。

ササラダニの調査では、コドラート内の 5 m 四方の地点から落葉、落枝、枯れ枝、落下、朽木、腐葉層、表層度などを手で拾い、合計 2 L のサンプルを採取した。採取したサンプルは、当日中にツルグレン装置に投入し、60 W の白熱電球で、2 日間照射し、80 %エタノール中に抽出、保存した。抽出されたササラダニ類は、実体顕微鏡下で選別され、ガムクロラール液で永久プレパラート標本とした。調査はアジア航測株式会社に委託し、横浜国立大学の青木淳一名誉教授の指導に基づき行われた。

(7) 結果の概要

ミミズ調査

本調査において、フトミミズ科とツリミミズ科の 2 科 37 種が確認された。37 種中、26 種は未記載種であった。

ササラダニ調査

本調査において合計 168 種、接門類 39 種、無翼類 94 種、有翼類 35 種が確認された。最も多く確認されたのは森林でよく見られるタイプの無翼類はであった (図 2)。



図1 ミミズ採取の様子

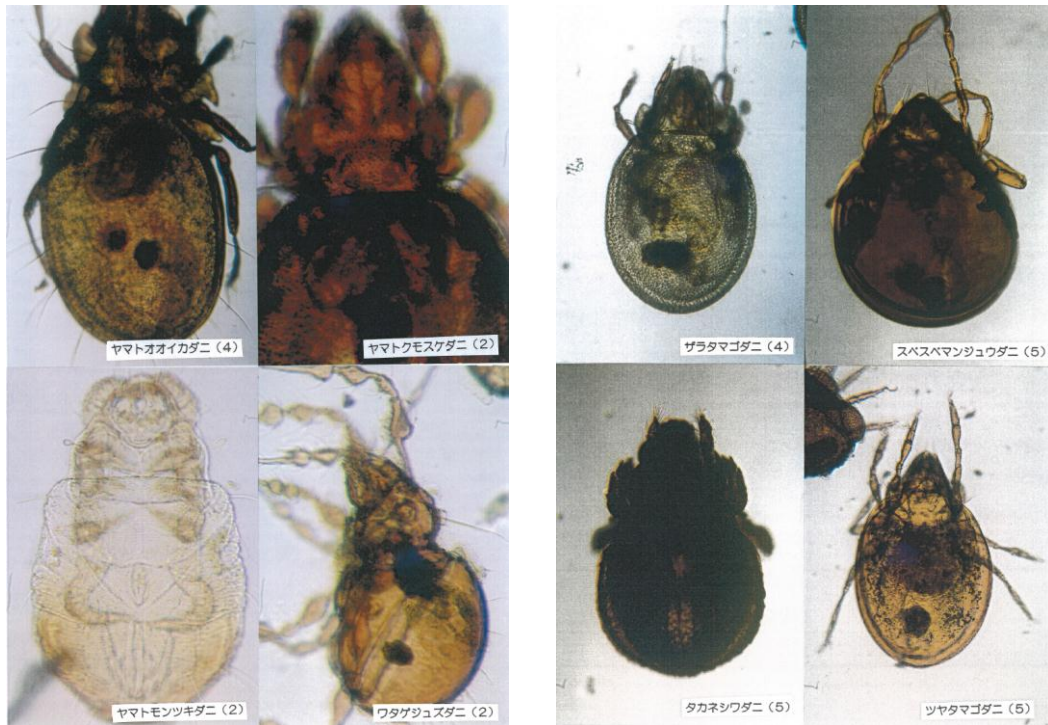


図2 採集されたササラダニの光学顕微鏡写真

(8) 今後の課題

土壌動物の種数や個体数が間伐年数や林相の違いによりどのように変化するかを解析し、間伐が土壌動物の多様性に及ぼす効果を評価していく必要がある。

(9) 成果の公表

なし

- (2) 水源林などの公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 - C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 Cc. 昆虫
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 赤嶺真由美・成瀬真理生・田村淳

(5) 目的

間伐によって植物相が著しく変化すると考えられる地表および林床において昆虫相を把握し、昆虫類の多様性に及ぼす間伐の効果を検証する。

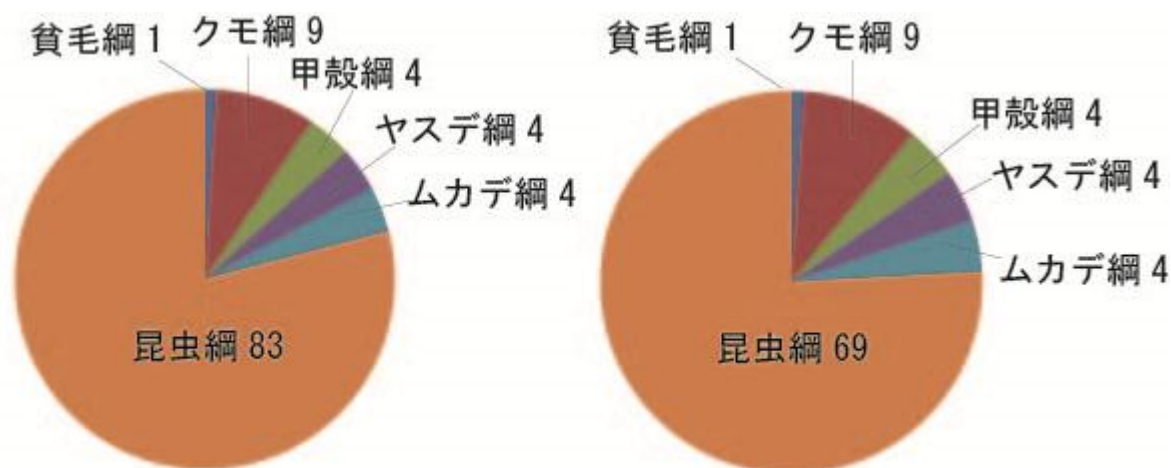
(6) 方法

林床性昆虫調査は、6月27日に小仏山地、6月26日に箱根外輪山の各林分で、20 m × 20 m のコドラート内の林床植物に対して捕虫網による15分間のスweepingによっておこなわれた。地表性昆虫調査は、9月11日から9月18日に小仏山地で、9月12日から9月19日に箱根外輪山で実施された。各林分にピットフォールトラップを20個設置しておこなった。トラップは、20 m × 20 m のコドラートの中心線上に5 m 間隔で10個のトラップを1列に配置し、5 m 空けて平行に10個を配置した。調査および種同定はアジア航測株式会社に委託した。

(7) 結果の概要

地表性昆虫調査

本調査では、昆虫綱、貧毛綱、クモ綱、甲殻綱、ヤスデ綱、ムカデ綱の6綱が採集され、小仏山地では、6綱19目45科105種、箱根外輪山では6綱19目45科91種が同定された(図1)。



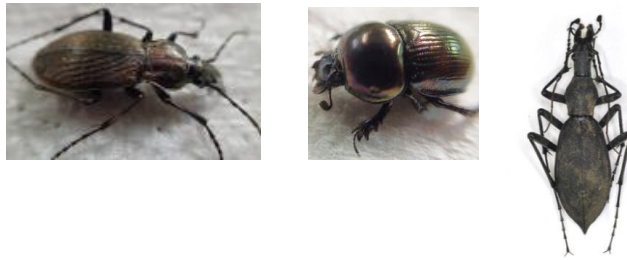


図1 地表性昆虫調査で採集された分類群、左図：小仏山地、右：箱根外輪山
下：ピットフォールトラップで採集された昆虫標本写真

林床性昆虫調査

林床性昆虫調査では昆虫綱のみが採集され、小仏山地では、15 目 100 科 256 種、箱根外輪山では12 目 101 科 230 種が同定された。

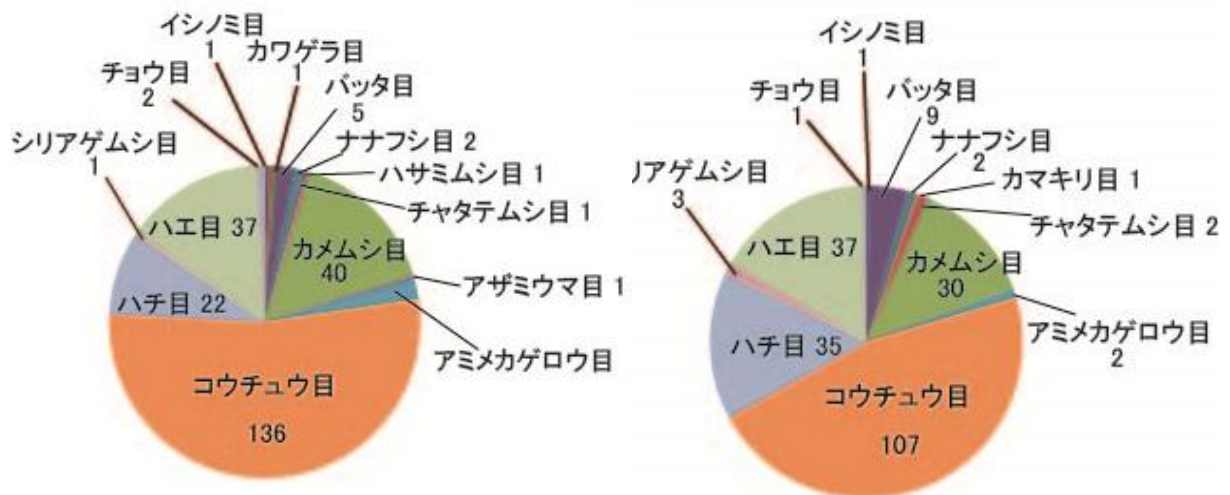


図3 林床性昆虫調査で採集された分類群 左図：小仏山地、右図：箱根外輪山
下：スウィーピングで採集された昆虫標本写真

(8) 今後の課題

昆虫類の種数や個体数が間伐年数や林相の違いによりどのように変化するかを解析し、間伐が昆虫類の多様性に及ぼす効果を評価していく必要がある。

(9) 成果の公表

なし

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 Cd. 鳥類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 成瀬真理生・赤嶺真由美・田村 淳

(5) 目的

本研究では、鳥類群集に及ぼす施業効果の検証として、林相と施業からの経過年数による鳥類群集の多様性と、下層植生と鳥類群集の関係について解析した。

(6) 方法

調査内容は、林分構造調査用の方形区を含む 25m×25m の範囲を調査プロットとして、その内部に飛来した個体を目視と鳴き声によってカウントした。その個体を目視と鳴き声によって種レベルで同定し、出現した時刻、利用していた階層（草本層・低木層・亜高木層・高木層・空中）を記録した。階層は 30 cm 以下を地上・草本層、5m 以下を低木層、樹冠部を高木層、低木層と高木層の間を亜高木層、プロット上空を通過した個体を空中とした。調査時刻は夏期 4:30～9:30、冬期が 7:00～12:00 とし、小仏の夏期は 2014/6/2～2014/6/30、小仏の冬期は 2014/1/7～2014/1/31、外輪山の夏期は 2014/5/26～2014/6/20、外輪山の冬期は 2015/1/5～2015/1/31 の期間に、各プロット 1 期間につき 2 回調査した。

(7) 結果の概要

観察された種と個体数は、小仏夏期が 33 種 1323 羽、小仏冬期が 41 種 3568 羽、外輪山夏期が 33 種 1265 羽、外輪山冬期が 27 種 1786 羽であった(図 1、2、3、4)。

それぞれの地域と期間において、林相別に間伐後の年数と出現鳥類の個体数または種数の相関を出したところ、夏期において外輪山のスギ林で正の相関があったが、全体としてはまとまった傾向はみられなかった。また、各プロットの出現鳥類の個体数と植被率や下層植生の本数、種数との相関はみられなかった。

(8) 今後の課題

今後は、GLM や DCA などの多変量解析によって鳥類データの序列化を行う。また他生物群集との関係性や広域スケールにおける森林環境の鳥類への影響を解析する。

(9) 成果の発表

- ・ 成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳 (2014) 神奈川県小仏地域において混交林化に向けた間伐が鳥類群集に与える影響について. 第 125 回日本森林学会. ポスター発表 p2-093.

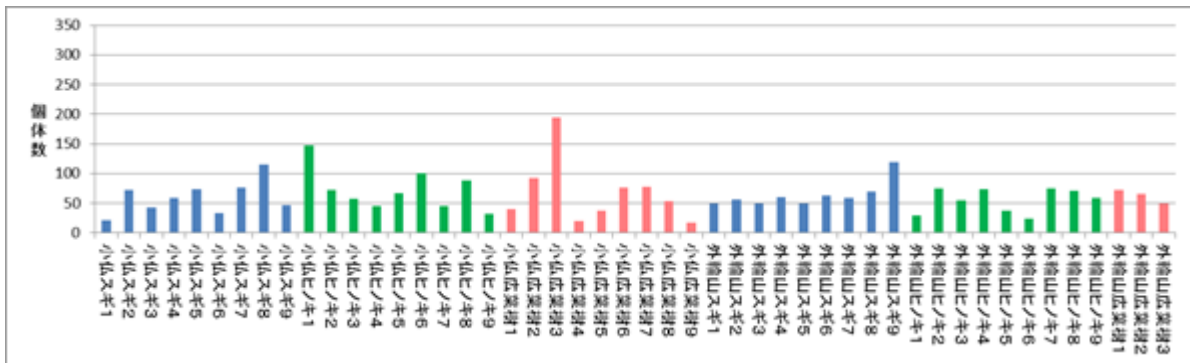


図1 夏期の各プロット鳥類個体数

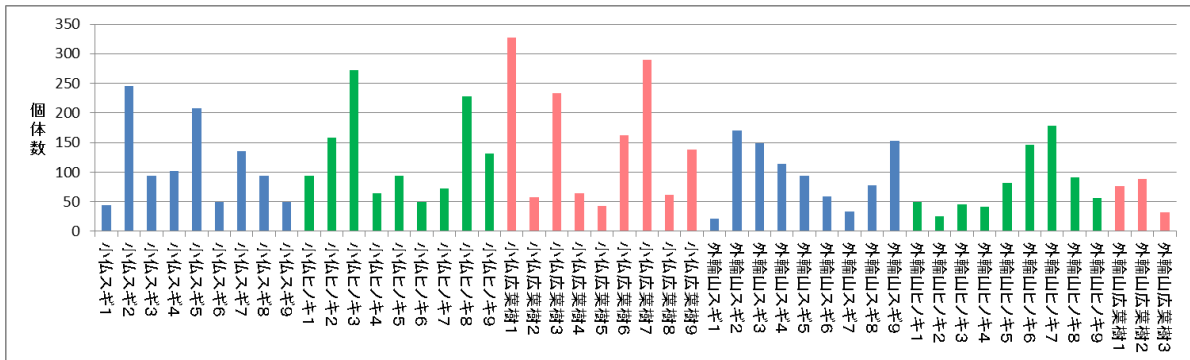


図2 冬期の各プロット鳥類個体数

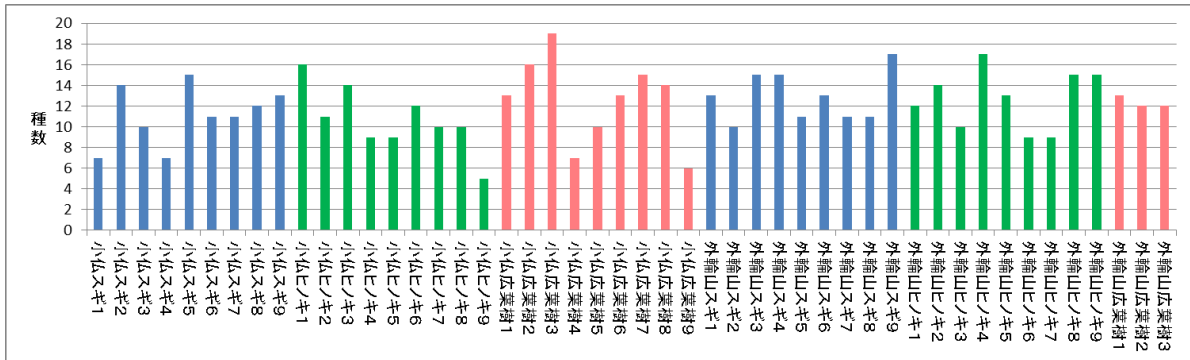


図3 夏期の各プロット鳥類種数

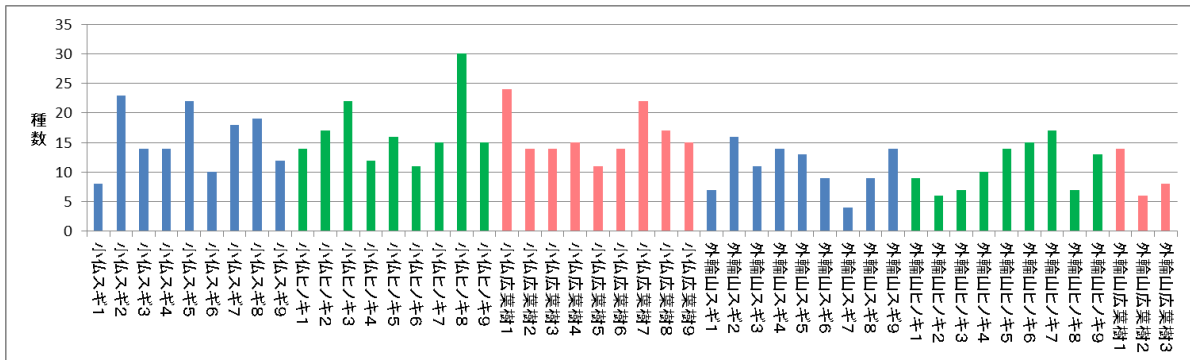


図4 冬期の各プロット鳥類種数

- (2) 水源林などの公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
 - C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 Ce. 小型哺乳類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 赤嶺真由美・成瀬真理生・田村淳

(5) 目的

間伐によって変化する環境が小型哺乳類の多様性に及ぼす効果を検証する。

(6) 方法

20 m×20 m のコドラートを中心とした 50 m ×50 m の格子状に、誘引餌（ピーナッツ）と保温用の綿等を入れたシャーメントラップ（7.6 cm×8.9 cm×23 cm）を各 1 個、合計 25 個を設置した。設置期間は 3 日間とし、毎日日中に捕獲個体を確認した。捕獲個体は捕獲位置、種、性、繁殖状態、体重を記録したのち、耳標（小動物用耳標 KN-295, ㈱夏目製作所）を用いて標識し、捕獲地点で放逐した。調査はアジア航測株式会社に委託した。

(7) 結果の概要

小仏山地においてアカネズミ、ヒメネズミの 2 種、各 141 頭、34 頭、箱根外輪山においてアカネズミ、ヒメネズミ、ハタネズミ亜科の一種の 3 種を各 138 頭、29 頭、1 頭が捕獲された。



図1 左：アカネズミ、右：ヒメネズミ

(8) 今後の課題

アカネズミやヒメネズミの個体数が間伐年数や林相の違いによりどのように変化するかを解析し、間伐が小型哺乳類の多様性に及ぼす効果を評価していく必要がある。

(9) 成果の公表

なし

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握

- (1) 課題名 Cf. 大型哺乳類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 成瀬真理生・赤嶺真由美・田村 淳

(5) 目的

本研究では、大型哺乳類に及ぼす施業効果の検証として、林相と施業からの経過年数による大型哺乳類の増減と、代表種と下層植生の関係について解析した。

(6) 方法

調査内容は、林分構造調査用の方形区において、1プロット2か所にセンサーカメラを設置し、通過する生物を撮影した。設置期間は小仏山地、箱根外輪山ともに平成 26 年 8 月から平成 26 年 11 月までとした。撮影されたデータは、3 枚連続で 1 回の出現とし、データの集計を行った。

(7) 結果の概要

観察された種と回数は、全体で 16 種 3003 回、小仏地域が 16 種 2160 回、外輪山地域が 12 種 843 回であった(図-1、図-2)。

それぞれの地域において、林相別に間伐後の年数とニホンノウサギ・イノシシ・ニホンジカの個体数との相関を出したところ、小仏山地のヒノキ林でニホンノウサギと正の相関がみられた。また、有為な値ではないが箱根外輪山のヒノキ林においてニホンジカと正の関係、イノシシとは負の影響があることが示唆された。

また、調査エリアに広く分布していたニホンノウサギ・イノシシ・ニホンジカのうち、ニホンノウサギは調査、下層植生の個体数や種数、植被率の増加に、正の反応がある傾向がわかった。イノシシと下層植生との関係性はなく、ニホンジカは植被率に負の反応を示している可能性が示唆された。

(8) 今後の課題

今後は、GLM や DCA などの多変量解析によって大型哺乳類データの序列化を行う。また他生物群集との関係性や広域スケールにおける森林環境の大型哺乳類への影響を解析する。

(9) 成果の発表

なし

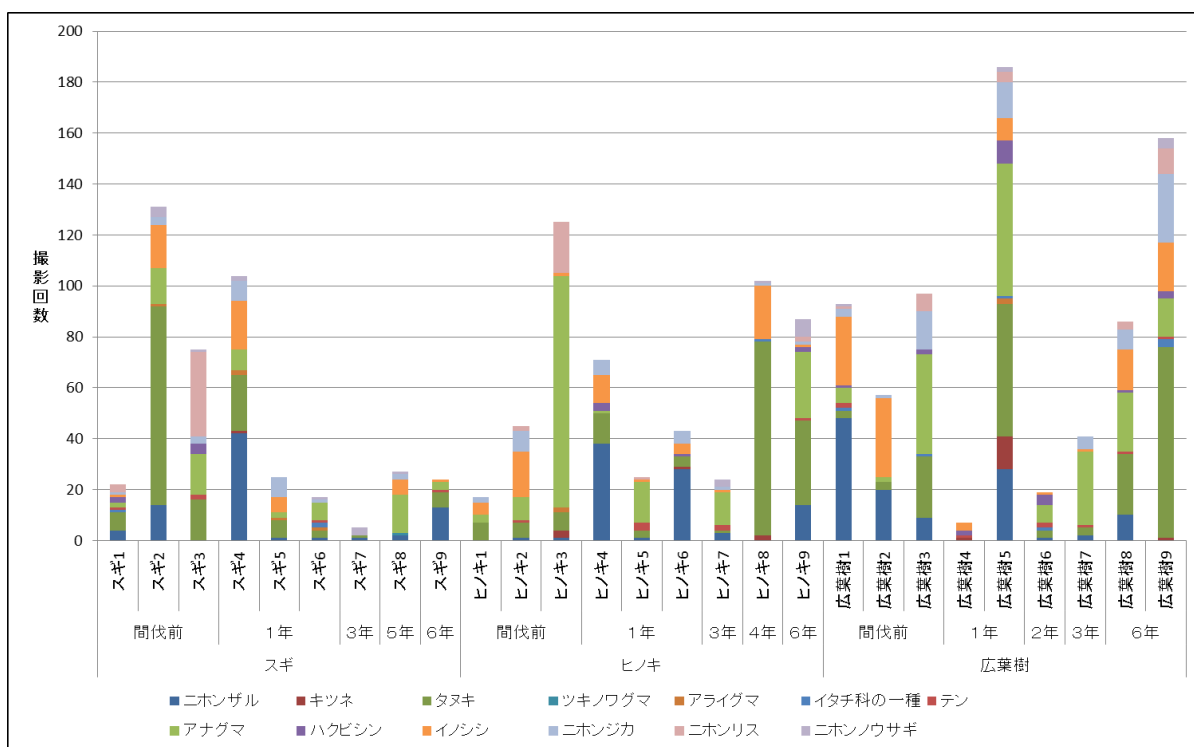


図-1 小仏地域の出現種と撮影回数

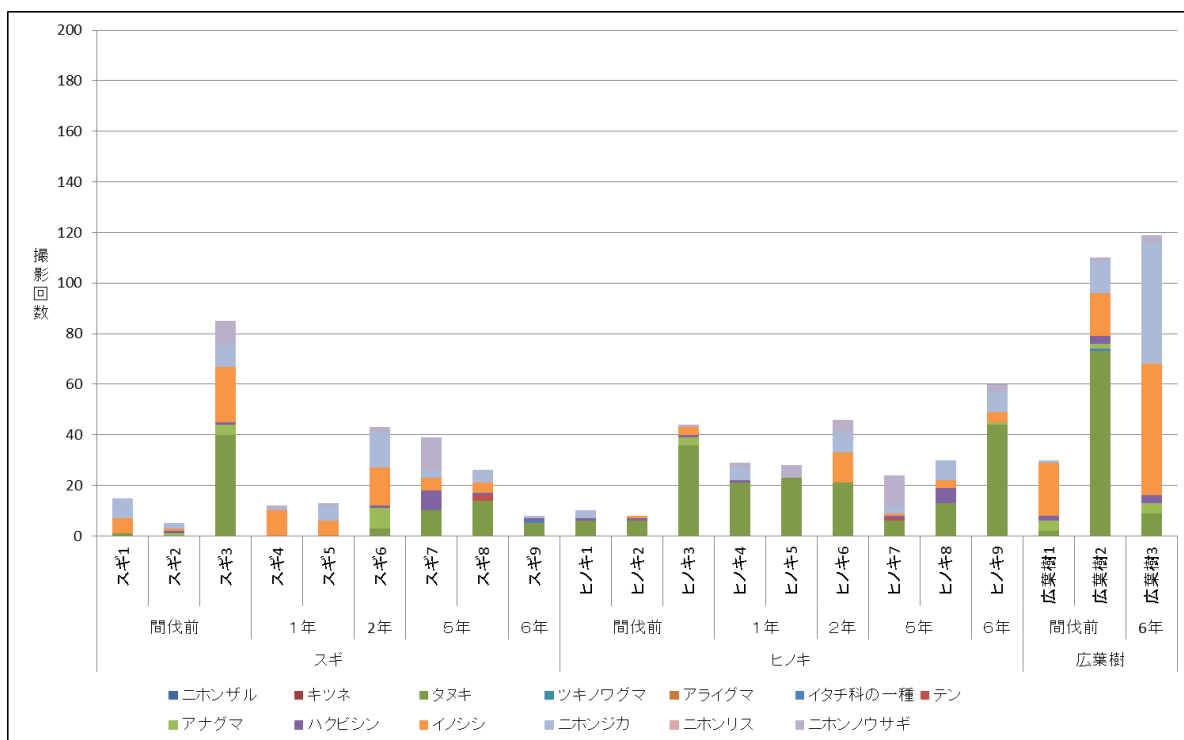


図-2 外輪山地域の出現種と撮影回数

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
 - (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
- D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化開発

- (1) 課題名 Da. スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業
- (2) 研究期間 平成20年度～
- (3) 予算区分 特定受託
- (4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

社会的に大きな問題となっているスギ・ヒノキ等の花粉症に対し、発生源対策として花粉の少ないスギ品種の選抜等育種的な改良は行われているものの根本的な解決には至っていない。近年、抗アレルギー薬が開発され、花粉飛散前の服用により症状を大幅に緩和できるようになった。このため、花粉飛散量や飛散時期を予測する必要性が増している。しかし、花粉を飛散する雄花の着花量は年次変動が大きい。そのため雄花の着花量を直接観察することにより、花粉飛散量の予測を行う。なお、本事業は全国林業改良普及協会からの委託事業として実施した。

(6) 方法

①雄花着花量調査（スギ）

県内各地に成育するスギ林の中から、目視による調査に適した個体識別可能な見通しのよいスギ林を選定し調査林分とした。さらに設定にあつては県内山地のスギ林を対象に5kmメッシュで500haにつき1箇所を目安に設定した。調査箇所は平成9年度に設定した30箇所と平成14年度に追加した24箇所の計54箇所である。

スギの花粉を飛散する雄花は、夏に花芽の分化が起こり、秋になると雄花の観察が可能となる。このため雄花着花調査は11月中旬に行う。調査は対象林分内の40本のスギを抽出し、双眼鏡またはフィールドスコープを用いて、次の4ランク区分により、1本ごとに着花ランクを判定し着花点数を求める。調査地ごとの着花点数は40本の合計点数を本数で除した平均値で示す。

- | | |
|----------------------|------|
| A：雄花が全面に著しく多い | 100点 |
| B：雄花が全面にみられるか、部分的に多い | 50点 |
| C：雄花が部分的にみられるか、少ない | 10点 |
| D：雄花がみられない | 0点 |

②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

目視によるヒノキの調査手法確立のため、40カ所のヒノキ林の目視調査と2カ所のトラップ調査を実施した。また目視調査の試行のため、昨年選定した調査地の着花量調査を実施した。調査を行った定点林は、2012年11月に設定した表1の30箇所である。調査地は、丹沢から箱根地域にかけてのヒノキ林に40カ所である（表1）。これらの調査地は、目的とするヒノキ雄花量調査を展開するため、①一定の樹体サイズ、林齢、林分面積を持ち、林道等に面し樹冠部の下まで10本の目視調査が可能であること、②明確な年次変動を得るため、目視面が北向きの林分を避け、豊作年である2013年に一定の着花が見られること、③神奈川県内のヒノキ林の分布を考慮し北部から西部にかけての林分をまんべんなく選ぶこと、などを考慮して選定した。いずれの調査地も調査地で固定した調査木（10本）を設定し、継続して調査できるように設定した。調査地は1～30

までの新規に設定したヒノキ調査林分、31：採種園、32～40：1991年より雄花トラップ調査を継続している小田原市久野の10林分のうち9林分とした。このうち1～30までの調査地は今後の目視調査地、31～40についてはこれまでの雄花量の継続試験による実証試験地と位置づけている。調査林分のうち久野のヒノキ林については、20年以上にわたる雄花トラップデータの集積があり、雄花量に対する都市域の花粉飛散量との関係も把握されている。

雄花着生状況の目視観測は、12月9、10、12、19日の4日間で実施した。観測には、倍率10～12倍の双眼鏡と、必要に応じて20倍の野鳥観察用望遠鏡を使用した。調査地は、アの通り観察のしやすいことを条件に調査地を設定しており、ほとんどの林分を双眼鏡による観測によって調査を行い、32～40の当初からのトラップ調査地等について望遠鏡を使用した。観測は雨や霧、強風時をなるべく避けて行った。40カ所の定点林ごとの調査本数は10本、総観察本数は400本である。

(7) 結果の概要

①雄花着花量調査（スギ）

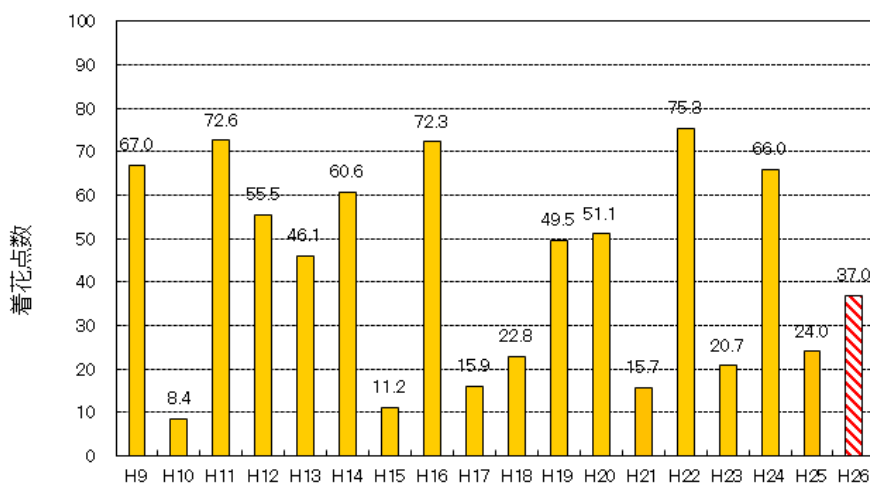


図1 県内スギ林30箇所平均着花点数の年変化
(17年間の総平均値: 43.2点)

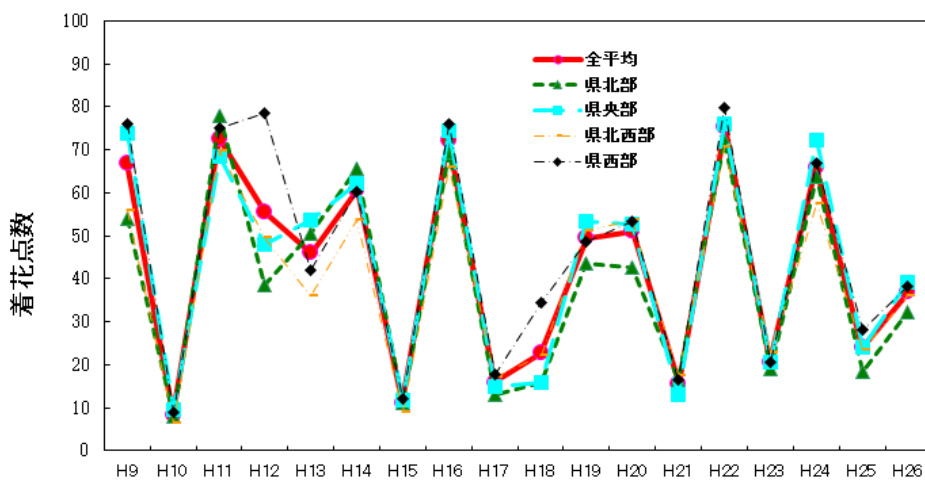


図2 地域別の着花点数の年変化

雄花着花量調査の平成9年から26年度までの年次変動を図1に示した。スギ林30箇所の着花点数の平均値(県内平均値)は、37点となり、少なかった昨年(H25)の24点は上回るものの、本調査開始から17年間の平均値(例年値)は43.2点で、今回の調査結果は例年値をやや下回っており、平成27年春の花粉飛散量は、昨年より増加するものの例年並かやや少なくなると予想された。なお、地域別の着花点数は、県中部が39.2点とやや県内平均値より高く、県北部が32.0点と県内平均値より低くなった

(図2)。

一般にスギ雄花の着花形成は、花粉が飛散する前年の夏（7月～8月）の気象条件との相関が高いとされる。高温少雨で、日照時間が多い気象条件は、着花形成が促進され、雄花が多く着く傾向がみられます。平成26年夏の気象（横浜地方気象台「海老名」観測点）では、7月の平均気温は平年の102%で平年並み、降水量は51%と少なく、日照時間は平年の119%と多くなる気象条件となった。また、8月の平均気温は平年の102%と平年並み、降水量は平年の43%と少なく、日照時間は平年の102%と平年並みで、7月の降水量と日照時間からすると雄花が多くなる気象条件となった。しかし、図3の通り日照時間に対して、着花点数がやや低くなった。雄花の着花は、前年の着花により結実が多くなると減ることがありますが、今年の秋は結実が少なく、夏の気象条件は日照時間が長く降水量も少なく、着花が多くなる条件でした。しかし、気温が平年並みで上がらなかった点が影響して着花量がやや少なくなった可能性がある。

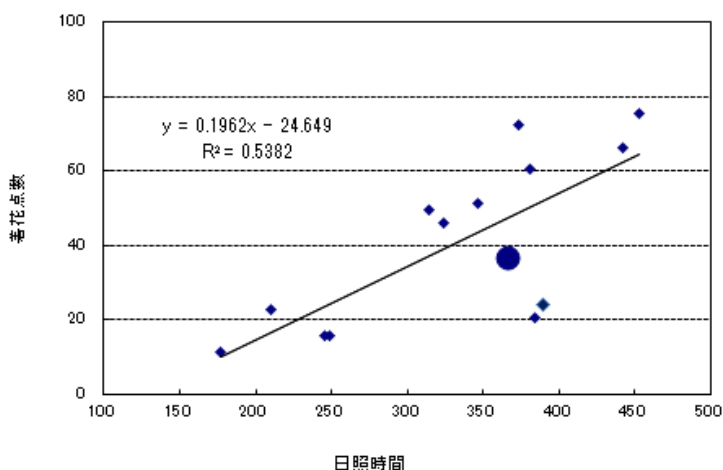


図3 7月と8月の日照時間と着花点数との関係
(横浜地方気象台:海老名観測所 大きい丸点が平成26年)

の43%と少なく、日照時間は平年の102%と平年並みで、7月の降水量と日照時間からすると雄花が多くなる気象条件となった。しかし、図3の通り日照時間に対して、着花点数がやや低くなった。雄花の着花は、前年の着花により結実が多くなると減ることがありますが、今年の秋は結実が少なく、夏の気象条件は日照時間が長く降水量も少なく、着花が多くなる条件でした。しかし、気温が平年並みで上がらなかった点が影響して着花量がやや少なくなった可能性がある。

②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

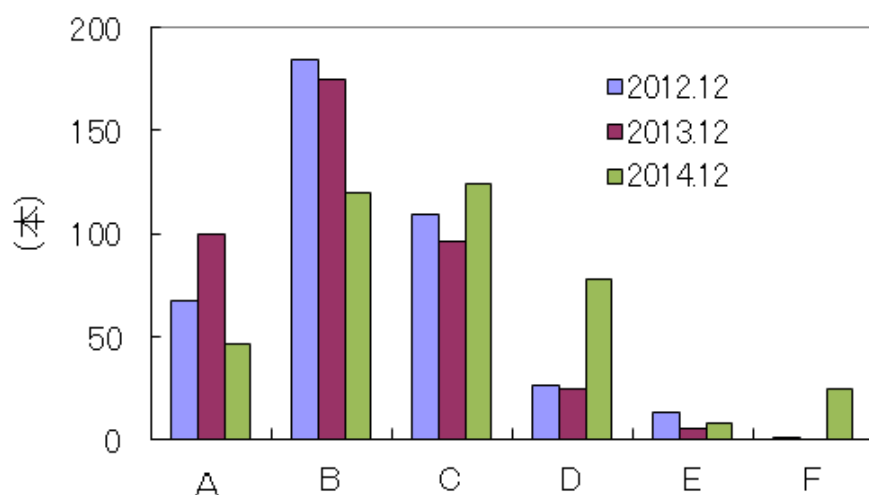


図1 2012～14年のヒノキ雄花測定ランク

ヒノキ観察
林分定点における雄花着生状況の目視観測及び観測データのとりまとめため、目視調査は、今年度から、6段階から4段階に移行することから、両方の評価を行った。その測定結果を表2、これまでの6段階で判定した

結果による過去3年間の変動を図1、その着花点数の変動を図2、林分ごとの変動を図3に示した。図1の通り、2012～2013年の12月の調査結果では、いずれもやや多いランクBの値が多い

結果であったが、2014年12月ではランクCの個体の割合が31%ともっと多くなり、ランクFの

値がEよりも多いものの、正規分布に近似したグラフとなった。この結果、着花ランクにより重み付けした点数（6段階ではA→10点、B→5点、C→2点、D→1点、E、F→0点）による年次変動（図2）は、過去3年間で最も小さくなり、不作年であると推定された。林分ごとの年次変動を図3に示した。過去2年間の2012年と2013年の12月の調査は、類似した結果であったため、変動が少なく、調査林分の中で多い林分と少ない林分が区分

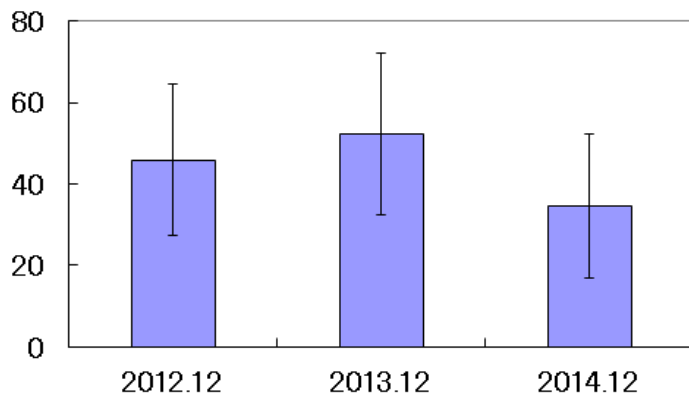


図2 神奈川県内のヒノキの雄花着花点数の年次変動
棒は標準偏差を示す

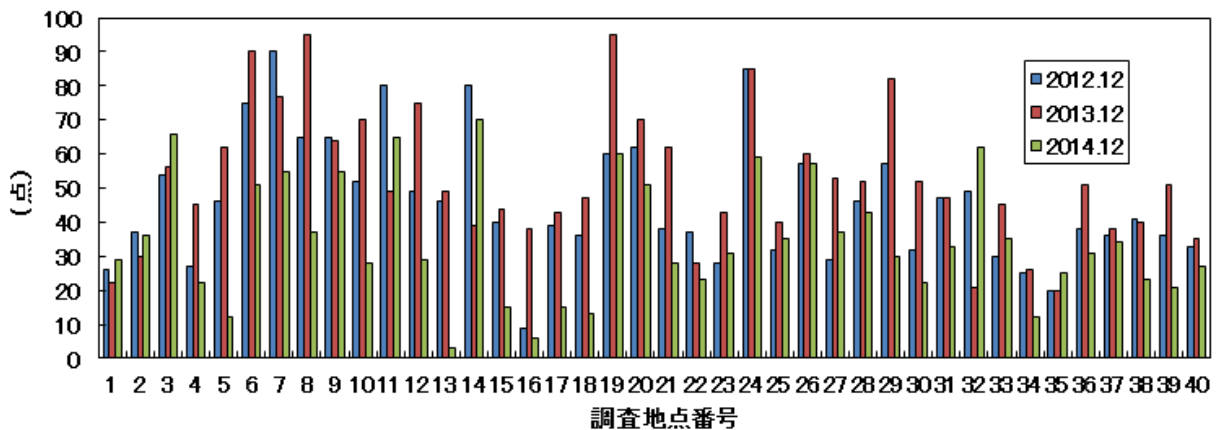


図3 林分ごとの雄花着花点数の年次変動(2013～2015飛積期)

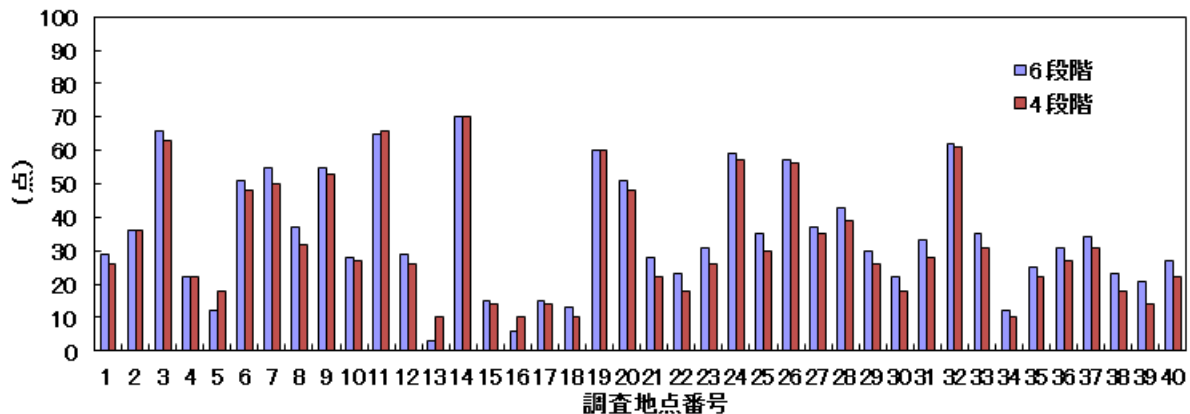


図4 雄花評価ランク別の林分ごとの雄花着花点数(2015年飛積期)

けされている懸念があったが、比較的不作である今年もっとも多くなった林分もあり、前年

の2013年12月との着花点数の相関は0.33と有意な相関ではないため、林分ごとに独立した変動を示すことが示された。また6段階と4段階の2つの方法の比較を行った。

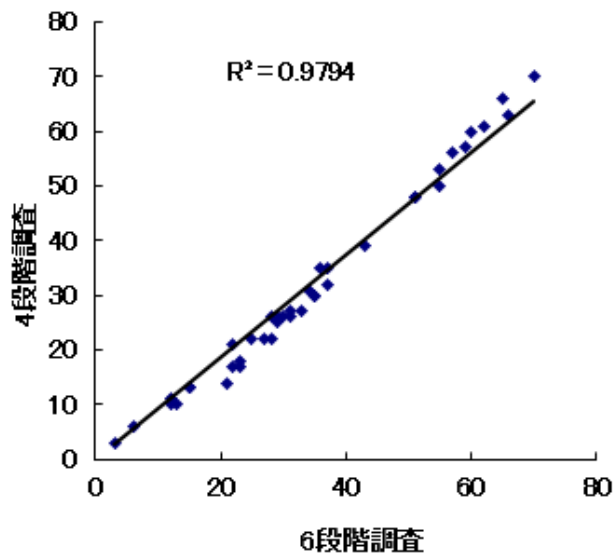


図5 定点林における6段階と4段階の点数化した雄花着生量の関係

4段階ではA→100点、B→50点、C→10点、D→0点) をかけて合計し、調査本数10本当たりの点数を計算して比較したところ、両者は非常に相関が高かった ($r=0.99$, $p<0.01$) (図5)。したがって、A、Bに重点を置いた4段階の暫定基準案(4)は、6段階の暫定基準案(3)と同等の値が得られ、判定区分が少ない分、目視観測の労力軽減に有効と考えられた。

目視の実証のため、雄花生産量調査を行っており、定点林32~40における雄花生産量調査の結果を図6に示した。雄花生産量は、2014年1月から7月に各5基の雄花トラップで捕捉され

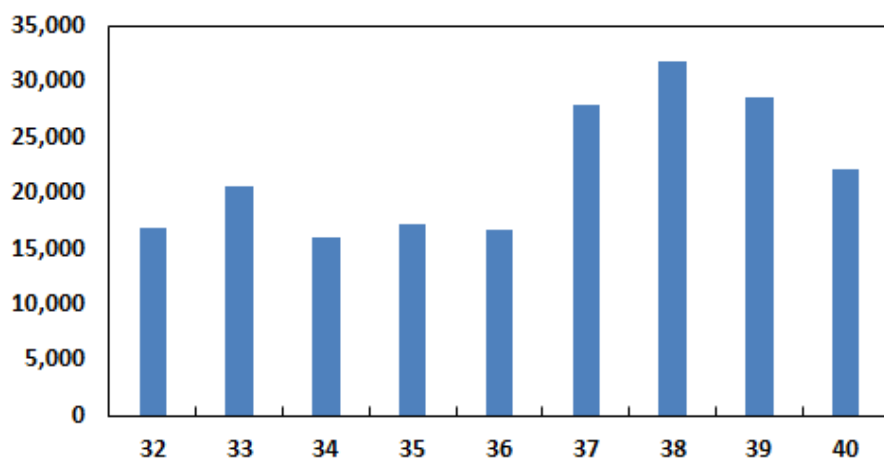


図6 雄花トラップによる雄花数(2014年)

た開花雄花、未開花雄花の雄花数を測定し、ヒノキ林1㎡当たりに換算したものである。原則として直接個数をカウントしたが、試料が多い場合は乾燥重量を計量し、100個あたりの重量を計測して換算して求めた。ヒノキ雄花生産量は、21,953個/㎡となり、これまでの24年間の平均は10,824個/㎡であり豊作年と位置づけられた。少な

かった36（76年生）と多かった38（106年生）では1.78倍の差があったがそれほど大きな差は認められなかった。また、開花雄花に対する未開花雄花の割合は、最も高い40（74年生）が6.7%、最も低い36が4.2%といずれも5%前後であり、その割合は小さかった。ただし2014年12月の調査では相当数の未開花の雄花が落下せずにとどまっている林分を観察したことからその割合が向上することが予測される。

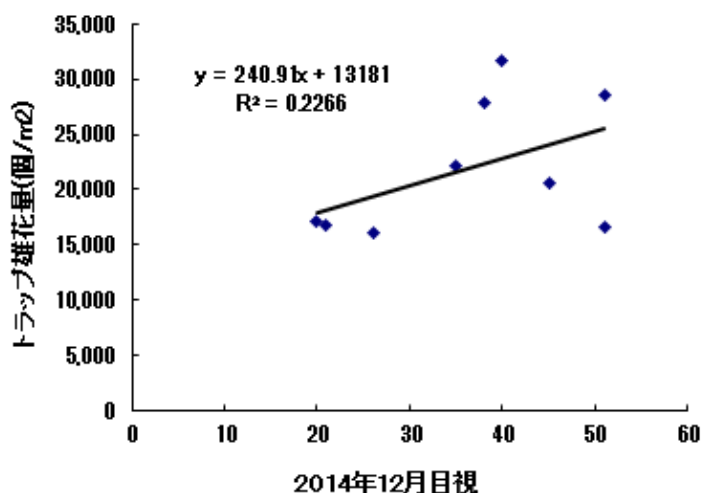


図7 久野ヒノキ林の目視調査とトラップによる雄花量の関係(2014)

2013年度の目視観測結果と雄花生産量との関係について、図4に示した2013年12月の雄花着生度別本数（6段階）から計算した点数と雄花生産量との関係を図7に示した。相関係数は0.48で有意な相関は認められなかった。しかし調査林分36（48年生）の値が外れ値になっており、この値を外すと相関係数は0.75となり有意な相関が認められた。相関が認められなかった原因としては、トラップ調査は、林分全体を指標するよう林内に広く設置しているが、目視調査は林縁の調査木10本で評価しており、そのずれが生じた可能性がある。

この相関係数は前年も外れ値1つを外すと、有意な相関が認められ、同様の結果であったことから、雄花量と目視調査による着花点数が一定の相関があると考えられる。ただし実証のため実施している2014年の3月調査とは相関が認められなかった。このことは、飛散時期に近いにもかかわらず3月調査が必ずしも妥当な評価にならない可能性があり、今後はより飛散期に近い3月下旬から4月にかけて評価を再度実施する必要がある。いずれにせよ、現時点ではデータ数が十分ではないため、さらに調査を継続し、目視観測結果と雄花生産量のデータを蓄積する必要がある。

(8) 今後の課題

スギでは長期の調査により雄花着花量の観察にあたり、周辺樹木の成長により見通しが悪くなる調査地がある。

ヒノキの12月の雄花は、葉の先端がやや白っぽく見える傾向があるが、個体による差もあり、雄花を明確に判断するのは難しかった。また、昨年（2014年飛散期）比較的雄花が多かったこともあり、雄花が多く着生していた個体では、雄花の着生痕が多く見られ、特に観察距離のある個体では、新しい雄花との判別が難しかった。さらには、昨年の雄花が飛散せずにそのまま着花している個体が観察された。

(9) 成果の発表

・雄花着花調査の結果は、平成26年12月24日に県政、厚木・大和・相模原・秦野・小田原記者クラブにおいて同時発表した（平成27年春の花粉飛散量はやや少ない）。

定点林番号	識別用略称	緯度経度		標高	斜面向き	林分状況			所在地市町村	備考
		北緯(度)	東経(度)			胸高直径	樹高	林齢		
1	養毛	35° 24' 55.13"	139° 13' 31.56"	330	S	24.2	17.6		秦野市養毛	
2	菩提	35° 25' 45.47"	139° 12' 19.76"	790	SE	17.9	10.3		秦野市青山	
3	わんぱくランド	35° 15' 35.22"	139° 07' 37.53"	130	N	27.5	13.1		小田原市久野	
4	足柄幹線久野林道分岐下	35° 15' 01.46"	139° 05' 57.28"	410	SE	43.8	15.8		小田原市久野	
5	長竹	35° 33' 48.20"	139° 16' 08.58"	180	NW	21.0	12.2		相模原市緑区長竹	
6	串川	35° 34' 08.19"	139° 15' 15.27"	240	S	33.7	14.9		相模原市緑区長竹	
7	青山	35° 34' 16.08"	139° 14' 35.56"	300	SE	25.7	16.1		相模原市緑区青山	
8	寸沢嵐	35° 34' 28.37"	139° 12' 49.26"	350	N	34.7	15.7		相模原市緑区寸沢嵐	
9	与瀬 2	35° 38' 21.95"	139° 11' 00.39"	480	S	19.8	11.1		相模原市緑区与瀬	
10	与瀬	35° 38' 28.54"	139° 11' 03.57"	600	W	38.6	18.0		相模原市緑区与瀬	
11	牧野 やまなみ温泉	35° 35' 18.91"	139° 09' 01.02"	410	W	28.0	13.3		相模原市緑区牧野	
12	青根	35° 33' 08.65"	139° 09' 23.38"	300	NW	24.0	13.4		相模原市緑区青根	
13	長尾峠下	35° 16' 00.41"	138° 59' 20.67"	770	SW	37.5	11.5		箱根町仙石原	
14	溼生花園	35° 15' 54.03"	139° 00' 03.46"	650	W	40.2	16.2		箱根町仙石原	
15	宮城野林道	35° 15' 41.25"	139° 02' 04.75"	710	W	31.2	14.8		箱根町宮城野	
16	金時山	35° 17' 07.59"	139° 00' 57.62"	820	SE	28.4	9.0		南足柄市矢倉沢	
17	松山水源林入口	35° 17' 47.07"	139° 01' 38.66"	530	SE	21.9	8.3		南足柄市矢倉沢	
18	足柄峠下	35° 19' 08.30"	139° 01' 09.27"	540	E	40.3	13.8		南足柄市矢倉沢	
19	初野	35° 19' 44.23"	139° 04' 18.12"	210	NE	27.4	13.9		南足柄市初野	
20	弘西寺	35° 19' 29.38"	139° 04' 47.18"	180	N	32.4	15.1		南足柄市初野	
21	白石沢キャンプ場跡	35° 29' 27.43"	139° 03' 31.32"	670	SE	47.5	19.9		足柄上郡山北町中川	
22	中ノ沢	35° 26' 54.02"	139° 04' 41.03"	640	SE	45.0	19.2		足柄上郡山北町玄倉	
23	七沢	35° 27' 08.15"	139° 16' 46.62"	170	N	33.2	14.8		厚木市七沢	
24	弁天の森	35° 26' 42.52"	139° 16' 20.15"	320	SW	34.0	14.6		厚木市七沢	
25	日向林道	35° 25' 47.15"	139° 15' 14.50"	520	SE	28.3	10.8		伊勢原市子易	
26	日向ふれあいセンター下	35° 26' 17.14"	139° 15' 36.15"	290	N	44.1	15.8		伊勢原市日向	
27	大山寺手前	35° 25' 17.10"	139° 14' 48.52"	470	S	34.1	14.1		伊勢原市大山	
28	小養毛	35° 24' 31.56"	139° 14' 53.24"	480	NW	32.3	12.6		秦野市養毛	
29	唐沢林道	35° 28' 29.12"	139° 14' 05.40"	390	NW	32.3	15.1		愛甲郡清川村清川	
30	寄	35° 23' 8.71"	139° 8' 05.47"	320	NW	31.0	15.8		足柄上郡松田町寄	
31	21Cの森	35° 20' 42.57"	139° 03' 7.77"	670	NW	24.5	3.2		南足柄市内山	採種圃
32	久野 No.1	35° 15' 06.44"	139° 05' 39.26"	450	NW	24.8	13.5	51	小田原市久野	トラップ調査地
33	久野 No.2	35° 15' 06.44"	139° 05' 39.26"	450	N	31.3	19.4	63	小田原市久野	トラップ調査地
34	久野 No.4	35° 15' 11.78"	139° 05' 12.89"	570	S	33.8	18.8	74	小田原市久野	トラップ調査地
35	久野 No.5	35° 15' 05.63"	139° 05' 09.87"	580	N	25.8	17.9	56	小田原市久野	トラップ調査地
36	久野 No.6	35° 15' 03.20"	139° 04' 58.50"	640	SE	29.9	17.0	46	小田原市久野	トラップ調査地
37	久野 No.7	35° 15' 03.50"	139° 05' 00.86"	640	S	27.0	14.2	46	小田原市久野	トラップ調査地
38	久野 No.8	35° 15' 09.21"	139° 04' 51.25"	670	NE	45.3	15.4	104	小田原市久野	トラップ調査地
39	久野 No.9	35° 15' 09.21"	139° 04' 49.76"	670	SE	23.0	12.6	104	小田原市久野	トラップ調査地
40	久野 No.10	35° 15' 11.69"	139° 04' 49.27"	680	W	17.2	10.1	72	小田原市久野	トラップ調査地

表2 ヒノキ定点林目視観測結果(神奈川県 2015飛散期6段階及び4段階)

定点林番号	識別用略称	雄花着生度別本数															
		12月観測(6段階)								12月観測(4段階)							
		日付	A	B	C	D	E	F	合計	日付	A	B	C	D	E	F	合計
1	養毛	12/12	0	4	3	3	0	0	10	12/12	0	4	6	0			10
2	菩提	12/12	2	2	1	4	0	1	10	12/12	2	2	5	1			10
3	わんぱくランド	12/19	5	2	3	0	0	0	10	12/19	5	2	3	0			10
4	足柄幹線久野林道分岐下	12/19	0	3	2	3	2	0	10	12/19	0	3	6	1			10
5	長竹	12/10	0	2	1	0	0	7	10	12/10	0	2	1	7			10
6	串川	12/10	2	5	3	0	0	0	10	12/10	2	5	3	0			10
7	青山	12/10	4	1	5	0	0	0	10	12/10	4	1	5	0			10
8	寸沢嵐	12/10	2	1	5	2	0	0	10	12/10	2	1	7	0			10
9	与瀬 2	12/10	3	4	2	1	0	0	10	12/10	3	4	3	0			10
10	与瀬	12/10	1	2	2	4	0	1	10	12/10	1	2	6	1			10
11	牧野 やまなみ温泉	12/10	4	5	0	0	1	0	10	12/10	4	5	1	0			10
12	青根	12/10	0	4	4	1	0	1	10	12/10	0	4	5	1			10
13	長尾峠下	12/9	0	0	1	1	1	7	10	12/9	0	0	3	7			10
14	溼生花園	12/9	4	6	0	0	0	0	10	12/9	4	6	0	0			10
15	宮城野林道	12/9	0	1	2	6	0	1	10	12/9	0	1	8	1			10
16	金時山	12/9	0	0	0	6	0	4	10	12/9	0	0	6	4			10
17	松山水源林入口	12/9	0	1	2	6	0	1	10	12/9	0	1	8	1			10
18	足柄峠下	12/9	0	0	3	7	0	0	10	12/9	0	0	10	0			10
19	初野	12/9	2	8	0	0	0	0	10	12/9	2	8	0	0			10
20	弘西寺	12/9	2	5	3	0	0	0	10	12/9	2	5	3	0			10
21	白石沢キャンプ場跡	12/9	0	3	6	1	0	0	10	12/9	0	3	7	0			10
22	中ノ沢	12/9	0	2	6	1	1	0	10	12/9	0	2	7	1			10
23	七沢	12/10	0	4	5	1	0	0	10	12/10	0	4	6	0			10
24	弁天の森	12/10	3	5	2	0	0	0	10	12/10	3	5	2	0			10
25	日向林道	12/12	0	5	5	0	0	0	10	12/12	0	5	5	0			10
26	日向ふれあいセンター下	12/12	2	7	1	0	0	0	10	12/12	2	7	1	0			10
27	大山寺手前	12/12	1	4	2	3	0	0	10	12/12	1	4	5	0			10
28	小養毛	12/12	1	5	4	0	0	0	10	12/12	1	5	4	0			10
29	唐沢林道	12/12	0	4	4	2	0	0	10	12/12	0	4	6	0			10
30	寄	12/12	0	2	5	2	0	1	10	12/12	0	2	7	1			10
31	21Cの森	12/19	2	0	6	1	1	0	10	12/19	2	0	7	1			10
32	久野 No.1	12/19	3	6	1	0	0	0	10	12/19	3	6	1	0			10
33	久野 No.2	12/19	1	3	5	0	1	0	10	12/19	1	3	5	1			10
34	久野 No.4	12/19	0	0	2	8	0	0	10	12/19	0	0	10	0			10
35	久野 No.5	12/19	0	3	3	4	0	0	10	12/19	0	3	7	0			10
36	久野 No.6	12/19	1	2	5	1	1	0	10	12/19	1	2	7	0			10
37	久野 No.7	12/19	1	3	3	3	0	0	10	12/19	1	3	6	0			10
38	久野 No.8	12/19	0	2	5	3	0	0	10	12/19	0	2	8	0			10
39	久野 No.9	12/19	0	1	7	2	0	0	10	12/19	0	1	9	0			10
40	久野 No.10	12/19	0	3	5	2	0	0	10	12/19	0	3	7	0			10
計			46	120	124	78	8	24	400		46	120	206	28	0	0	400
本数比			11.5%	30.0%	31.0%	19.5%	2.0%	6.0%			11.5%	30.0%	51.5%	7.0%	0.0%	0.0%	

	観測日	観測者	観測日	観測者
12月観測	12/9	齋藤・久保	12/10	齋藤・久保
	12/12	齋藤・久保	12/19	齋藤・久保

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
(2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発
D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化開発

- (1) 課題名 Db. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究
(2) 研究期間 平成 22 年度～
(3) 予算区分 県単
(4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

スギ等の花粉症に対して、その発生源となっている森林・林業側からも根本的な対策を検討していく必要がある。林木育種事業では、花粉の少ないスギ、ヒノキ品種の選抜や無花粉スギの選抜を進めている。本研究では、スギ・ヒノキの花粉発生に関する基礎的な問題を検討するため、雄花生産量や花粉飛散量などについて調査する。

(6) 方法

ア ヒノキ林の雄花トラップ調査

ヒノキの林分状態の違いによる雄花着花量の動態を明らかにするため、小田原市久野で林齢の異なる 10 箇所のヒノキ林において雄花トラップを設置し、4 月から 6 月まで月 1 回トラップに落下した雄花等の試料を回収する。現地で回収した試料は室内でゴミを除去し、雄花数と雄花重を測定する。

イ 採種園の着花動態調査

花粉の少ない系統選抜に資するため、21 世紀の森地内のスギ採種園とヒノキ採種園において精英樹を対象に目視により着花量を調査する。またヒノキ林から雄性不稔ヒノキ探索を行う。

ウ スギ林分の花粉飛散量調査

スギ林内の雄花生産量と花粉飛散量の関係を明らかにするために、当センターのスギ林（1973 年植栽）内にダーラム型花粉採取器を設置し、1 月 5 日から 4 月 30 日までの間、1 日当たりの花粉飛散量を測定した。また、スギ林内の雄花生産量を把握するため雄花トラップを設置した。採取試料は小田原市久野のトラップと同様、雄花数と雄花重を測定する。なお、土・日および休日のデータ回収は自然再生企画部自然保護課の協力により実施した。

(7) 結果の概要

ア 久野ヒノキ林の雄花トラップ調査

雄花着花量の年次変動は、2014 年は 21,513 個と 2013 年の 15,935 個を大きく上回ったが、最大の 2011 年の約半分であった（図 1）。雄花量はここ数年認められなかった林齢と有意な相関関係が認められた ($p < 0.05$)。年次変動は日照時間と有意な関係であり（図 2）、林分の胸高直径など個体サイズにかかわる要因と有意な正の相関があった。

イ 着花動態調査

21 世紀の森地内のヒノキ採種園において 1998 年からの雄花の着花指数と種子生産量の関係を図 3 に示した。2014 年の自然着花の指数平均は 2.08 と平均の 2.48 を下回った。

ウ スギ林分での花粉飛散量調査

平成26年春のスギの総花粉飛散量は、図4に示したように13,409個/cm²となり前年値を大きく上回った。一方、ヒノキは1,279個/cm²となり前年値を大きく下回った。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係を見ると、高い相関がみられた。また別に実施している着花量調査との関係を調査したところ雄花量と花粉飛散量との間にも高い関係が認められた(図5)。

(8) 今後の課題

ヒノキの雄花は花粉飛散の直前にならないと目視しにくい。花粉飛散量の予測のためにはスギのように早い段階で雄花着花量を把握する手法が必要とされている。

(9) 成果の発表

・スギ林分での花粉飛散量調査結果について、花粉飛散情報として平成19年より、1日当たりのスギ、ヒノキの花粉飛散数をほぼ1週間おきに当センター研究連携課のホームページで公開した。

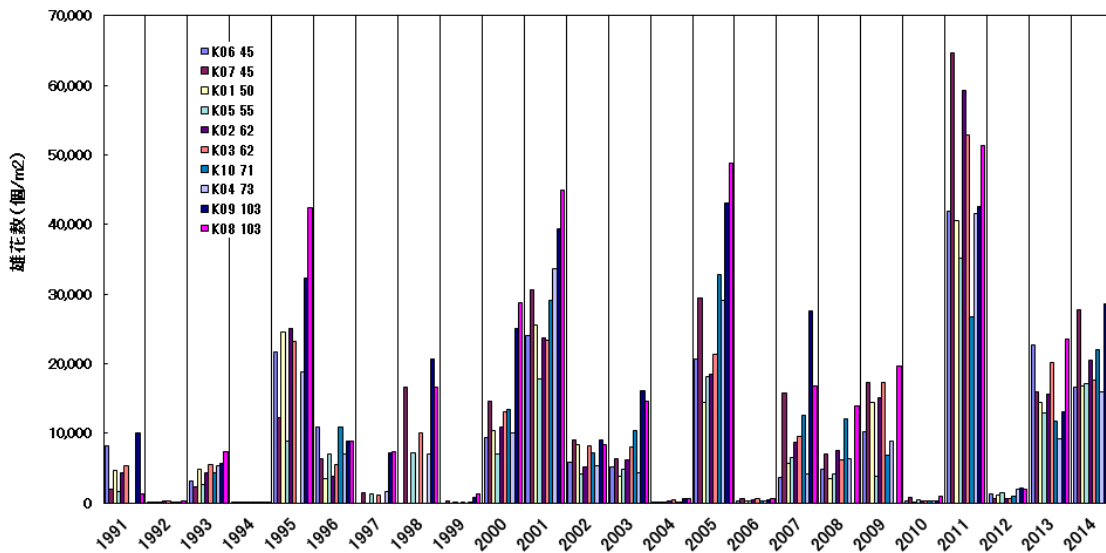


図-1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動
 凡例の数字は2012年時点の林齢を示す。
 91年K04・10、95年K10、97年よりK01・02・06・10は欠測、
 2008,09年はK09欠測

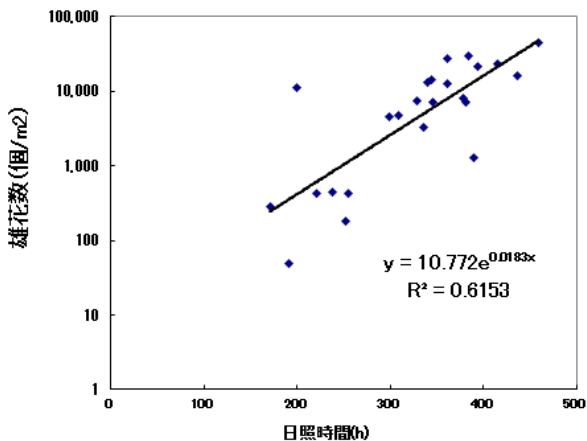


図2 日照時間と雄花数の関係
 日照時間は7・8月合計、指数回帰により有意な相関関係あり
 (r=0.78, n=24, d.f.=22, p<0.01)

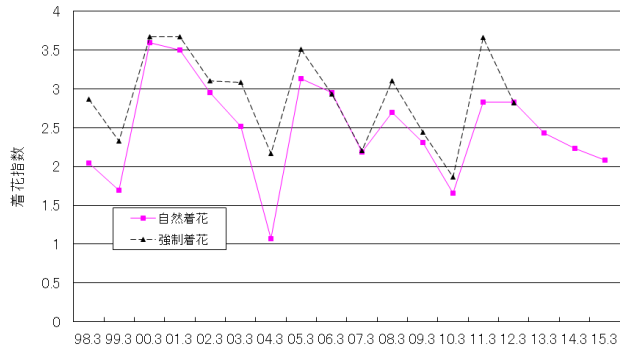


図3 21の森採種園の着花指数の年次変動
 注)2012年よりエリア別の強制着花を中止

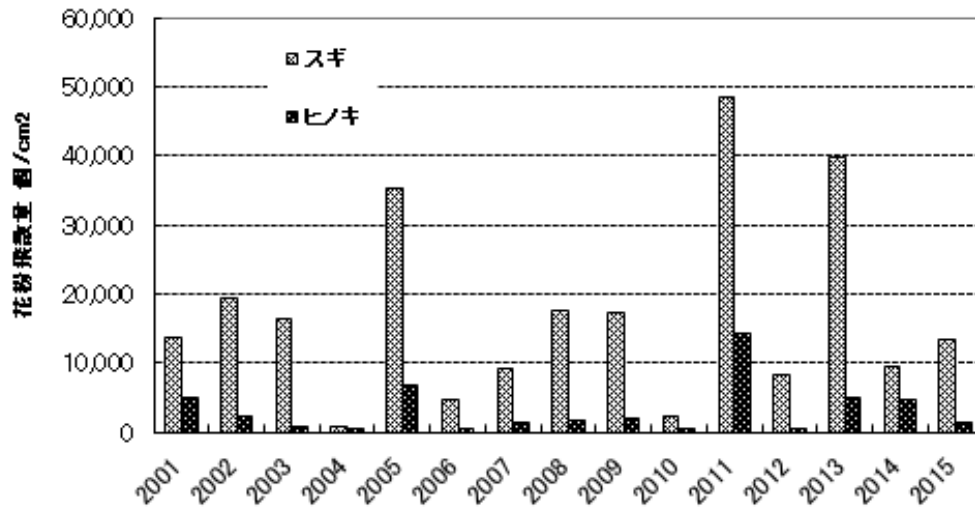


図4 所内スギ林内のスギ・ヒノキの総花粉飛散量の年変化

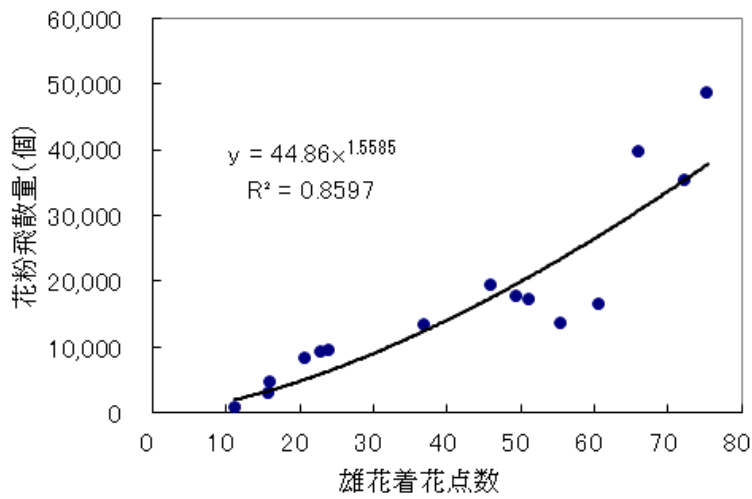


図5 雄花着花点数と花粉飛散量(厚木市七沢)との関係(n=17) **:1%水準で有意

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
(2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術開発

- (1) 課題名 A. シカ森林管理一体的推進手法の開発
(2) 研究期間 平成 24 年度～平成 28 年度
(3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（中高標高域ニホンジカ管理捕獲等事業費）、水源林整備事業費
(4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹

(5) 目的

1997 年度から実施している水源林整備事業では下層植生を豊かにすることを目的の一つとしてスギ・ヒノキ人工林等で施業している。一方、2003 年度からのシカの保護管理事業では、丹沢大山国定公園特別保護地区である自然植生回復地域において、植生回復を目的としたシカの管理捕獲を実施している。しかし、水源林の施業地とシカの捕獲地が一致していないことから、施業地では下層植生が衰退するか、増えるのは主にシカの不嗜好性植物であった。水源林での施業効果を発揮するためには、施業地においてシカを捕獲する必要がある。こうした背景から、2012 年度から県は水源林の施業地においてシカの捕獲事業を開始した。

本課題の目的は、水源林の施業地におけるシカ捕獲後の植生回復を検証することと、水源林の施業地におけるシカの行動特性を把握して、それに応じた捕獲手法を検討することである。本報告では前者の植生回復の検証のために、2012 年度に設定した調査地を追跡調査した結果の概要を報告する。本調査はアジア航測(株)に委託して行った。

(6) 方法

2012 年度から水源林の施業地においてシカ捕獲を開始したことから、施業効果と捕獲効果を検証するために、12 箇所 44 地点で植生調査を実施した（表 1）。各箇所では 2～4 の繰り返し数となるように調査地を設定した。また、4 箇所では水源林整備事業で設置した植生保護柵内にも調査地を設定した。

調査は、各調査地に 2m×2m のコドラートを 10 個ずつ設置して、全コドラートを含む調査地の斜面方位、傾斜、緯度、経度、階層別樹種を記録した。次に 2m×2m コドラート内で全体の植被率、各出現種の被度・群度を記録した。2m×2m コドラートごとに、木本種のうち高木性樹種（小高木種含）を対象として樹高 10cm 以上 200cm 未満の樹木のうち樹高の高い上位 5 個体について樹種と樹高を測定した。高木性樹種がない場合は、低木種を対象として同様に調査した。測定個体にはナンバリングテープを巻き、樹高を 1cm 単位で測定した。ササ（スズタケ、ミヤマクマザサ、アズマネザサ）についても、2m×2m コドラートごとに生葉の付く位置の最も高い個体の稈長を計測した。

また各調査地にセンサーカメラを設置して、シカの撮影頻度を調査した。各箇所に 2 台のセンサーカメラを設置して秋期の 3 ヶ月間調査した。

(7) 結果の概要

捕獲を開始して間もないため植生の顕著な変化は現われておらず、前年度と比較してほとんどの箇所の植被率は±10%の範囲内に収まった。センサーカメラの調査では、すべての地点でシカが優占種であった。

表1 各調査地の概況

管理ユニット	調査地名	柵 内外	植被率 (%)	群落高 (cm)	総種数 (n/40m ²)	ササ稈長 (cm)	更新木 樹高(cm)	シカ撮影数	
								個体数	比率(%)
世附川A*	高指山1	-	3.4	19	65	-	22	26	96
	高指山2	-	4.0	18	60	-	11	44	92
	高指山3	-	3.6	17	53	-	11	83	100
	高指山4	-	36.0	105	31	107.0	22	63	98
丹沢湖A	丹沢湖南1	-	71.0	20	30	-	17	254	99
	丹沢湖南2	-	77.5	30	46	-	7	306	100
	丹沢湖南3	-	9.5	21	48	-	7	61	98
丹沢湖C (H26新規)	丹沢湖北1	-	21.0	39	55	-	10	43	93
	丹沢湖北2	-	11.5	17	61	-	8	38	97
	丹沢湖北3	-	8.5	64	19	-	5	110	80
神ノ川B	姫次1	内	83.0	85	50	72.4	35		
		外	93.4	42	67	25.8	13	45	100
	姫次2	内	92.9	101	39	82.1	40		
		外	96.1	60	42	37.5	27	15	100
丹沢南麓B	秦野峠林道1	-	15.5	35	72	-	9	68	57
	秦野峠林道2	-	15.3	33	38	-	9	39	100
	秦野峠林道3	-	14.1	33	48	-	12	46	98
丹沢南麓B	雨山山稜1	内	92.3	184	52	-	115		
		外	89.8	72	54	-	14	525	95
丹沢南麓C	雨山山稜2	内	67.5	81	25	-	219		
		外	94.3	113	39	-	51	234	98
	雨山山稜3	内	17.7	33	67	-	11		
		外	17.5	19	73	-	8	5	83
松田 (H26新規)	高松山1	-	29.5	63	75	-	11	12	71
	高松山2	-	72.5	41	54	-	43	28	100
	高松山3	-	64.0	49	53	-	20	40	98
大山秦野A (H26新規)	大倉尾根1	内	54.0	105	74	-	21	29	94
	大倉尾根2	外	68.5	61	80	-	13	74	99
	大倉尾根3	-	69.0	51	38	-	21	31	100
大山秦野B (H26新規)	蓑毛1	内	69.5	84	41	-	36	75	100
	蓑毛2	外	60.5	49	47	-	16	128	99
	蓑毛3	-	57.0	26	33	-	17	95	98
中津川D	大山北尾根1	内	71.0	42	65	-	20		
		外	31.5	19	54	-	12	82	93
	大山北尾根2	内	79.5	46	76	14.0	24		
		外	38.0	23	62	9.0	9	130	82
	大山北尾根3	内	75.0	64	58	-	15		
		外	40.5	18	60	-	7	69	91
清川A	日向屏風澤1	-	1.8	8	29	-	17	39	98
	日向屏風澤2	-	0.3	4	13	-	7	9	82
	日向屏風澤3	-	0.4	8	17	-	10	12	63
宮ヶ瀬湖B	ワシガ沢1	-	64.5	87	78	-	54	65	98
	ワシガ沢2	-	37.5	71	64	-	27	32	97
	ワシガ沢3	-	66.0	62	82	-	17	51	98

* 灰色は柵が破損した箇所を示す。

(8) 今後の課題

施業の有無やシカ捕獲の有無を変数にした

(9) 成果の発表

例年6月に開催される「神奈川県ニホンジカ保護管理検討委員会」で概要を報告した。

- ・ 田村 淳・山根正伸・武田 潤・久富寛之（2013）神奈川県の水源地林の施業地においてシカが林床植生に及ぼす影響．神奈川県自然環境保全センター報告 11： 53-60.
- ・ 鈴木 透・山根正伸ほか（2013）水源地林整備事業がシカの行動へ与える影響．神奈川県自然環境保全センター報告 11： 61-66.

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術の開発

- (1) 課題名 B. ブナ林におけるシカ管理手法開発
- (2) 研究期間 平成 24～28 年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

ブナ林の植生保護や水源林整備と一体的なシカ管理モデルを開発するため、シカ生息状況の把握が求められている。シカは季節移動する動物であり、個体数管理を効率的に実施するためには通年での個体数把握が必要となる。そこで、今後重点的な捕獲が予定されている高標高の稜線部及び水源林整備地を対象に、簡易にシカ生息を確認できるセンサーカメラを用いて通年での出没状況調査を実施した。

(6) 方法

丹沢山に 20 個、寄沢に 23 個、鷲ヶ沢に 16 個のセンサーカメラを設置し、およそ月 1 回の頻度で SD カードと電池交換を行った。撮影されたシカは雄ジカ、雌ジカ、当歳ジカ及び性別・年齢不明ジカに識別して種類ごとの延べ出現頻度を集計した。

(7) 結果の概要

センサーカメラによる調査の結果、シカの撮影頻度としては、11 月から 12 月あるいは 12 月から 1 月のほかに、6 月から 7 月にもピークがあることが、昨年に引き続き確認された（図 1）。

丹沢山ではこの傾向が顕著であったが、2011 年から 2014 年にかけて撮影頻度は減少傾向にあり、6 月から 7 月のピークは 2014 年には目立たなくなった。

水源林の寄やワシガ沢では 11 月から 12 月の 1 回ピークの傾向が強く、丹沢山とは出没状況が異なった。ただし 2014 年のワシガ沢では 11 月から 12 月のピークが消失した。宮ヶ瀬湖周辺の捕獲数は 2013 年度が 115 頭、2014 年度が 114 頭と多く、このことがワシガ沢の撮影頻度に反映された可能性がある。

(8) 今後の課題

長期間にわたるデータが蓄積されていることから、これらを詳細に解析することで生息状況の季節変化や年変化に及ぼす捕獲や天候の影響を明らかにする必要がある。

(9) 成果の発表

なし

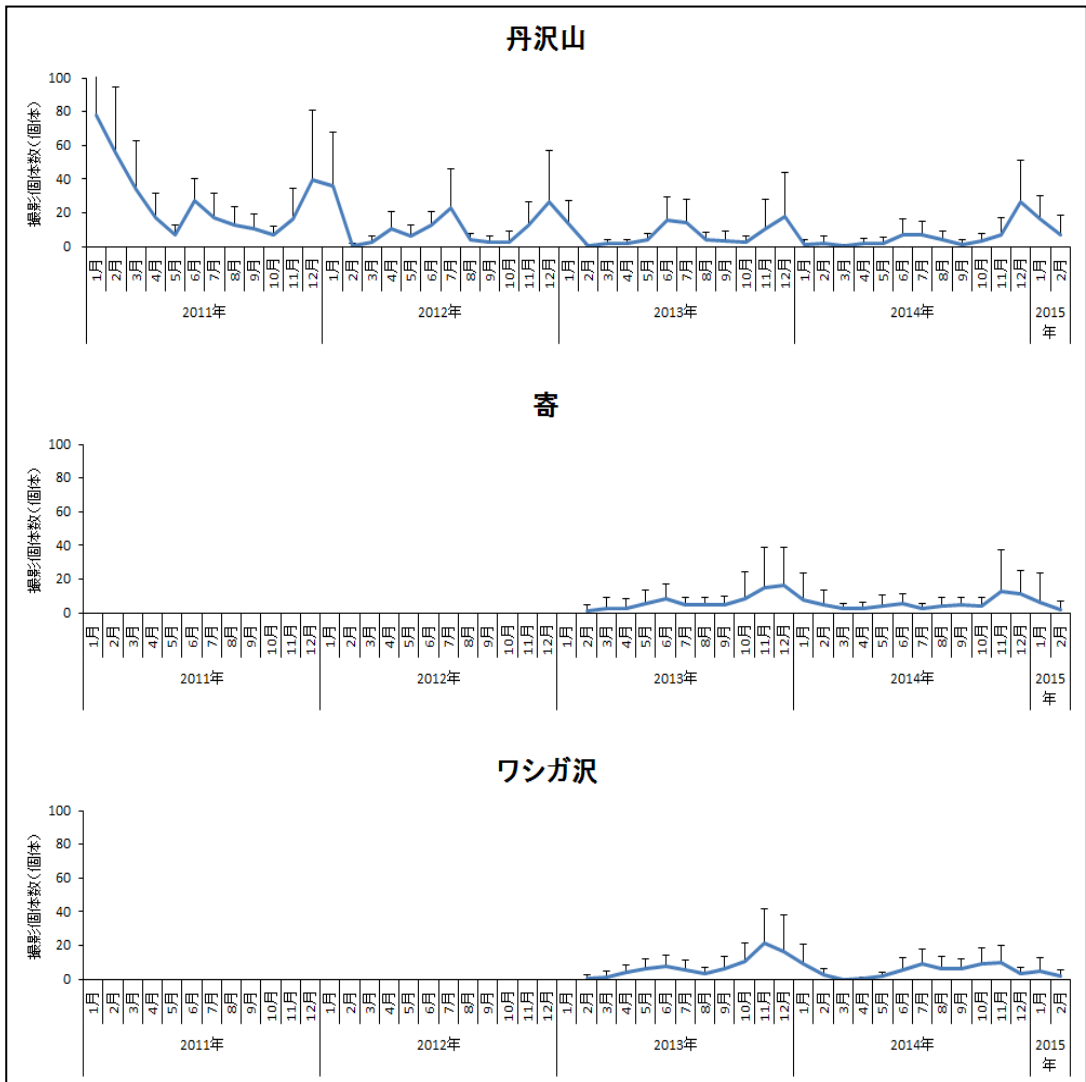


図1 丹沢山、寄、ワシガ沢のシカ撮影頻度

- (2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発
- (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術の開発

- (1) 課題名 C. シカによる植生影響モニタリング
- (2) 研究期間 平成 22 年度～
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（中高標高域ニホンジカ管理捕獲等事業費）
- (4) 担当者 田村 淳

(5) 目的

丹沢山地ではシカの強い採食圧により自然植生の衰退や土壌流出といった森林生態系の劣化が問題化している。そこで 2003 年から神奈川県はシカ保護管理事業において植生回復のための管理捕獲を実施している。その事業の効果検証のモニタリングとして植生保護柵内外の植生とシカの植生への累積利用圧、モデル地区内現存量を 5 年間隔で追跡調査している。2014 年度（平成 26 年度）は 11 地点で柵内外の植生を追跡調査（①）するとともに、丹沢山地東部において累積利用圧調査（②）とモデル地区内現存量調査（③）を実施した。本調査において①はアジア航測㈱に、②と③は㈱緑生研究所に委託して行った。

(6) 方法

①柵内外の植生調査

丹沢山地の 56 の管理ユニットに各 1 箇所の調査地を設置することを目標として、これまでに 56 箇所の調査地を設定した。各調査地には植生の劣化状況によらず植生保護柵が設置されている。これは、柵内外における時点間の林床植生の変化を比較することで、シカの影響を把握する目的がある。調査地には柵内外に 2m×2m のコドラートが 10 個ずつ設置され、その内部において、林床植生全体の植被率と各出現種の被度・群度、高木性樹木稚樹の樹種名と樹高（上位 5 本）、ササの最大稈高を測定することになっている。各調査地は 5 年おきに調査している。2014 年は 11 地点で調査して、過年度のデータと比較して植生変化を解析した。また、センサーカメラを設置して、シカの撮影頻度を調査した。各箇所に 2 台のセンサーカメラを設置して、期間は秋期の 3 ヶ月間とした。

②累積利用圧調査

2014 年度と 2015 年度の 2 ケ年で丹沢山地全体の主要尾根線（総延長 718.8km）を踏査して、林床植被率や不嗜好性植物の繁茂状態、矮性化した低木、ササ、樹皮剥ぎの有無から植生劣化度と林床植被度を評価する。2014 年度は丹沢山地東部の 361.3km で踏査し

た。

③モデル地区内現存量調査

2014年度と2015年度の2ケ年で丹沢山地東西に設定したモデル地域内の10タイプの植物群落で林床植物現存量を調査して、ニホンジカによる影響を把握する。2014年度は東丹沢モデル地域内の32箇所で見存量を調べた。

(7) 結果の概要

①柵内外の植生調査

56地点の植生保護柵の内外において植生のモニタリング調査を継続実施している。平成26年度は、そのうちの11箇所で見跡調査した(表1)。11箇所のうち5箇所では調査時に柵が破損していたことがわかり、うち4箇所は年度内に補修した。全体の傾向として、植生率や群落高、ササ稈長、更新木樹高といった植生指標は柵内で上回っていた。種の出現頻度を過去のデータと比較したところ、いくつかの箇所の柵外では不嗜好性種や採食耐性種が増える傾向があった。センサーカメラの調査では、1箇所を除いてシカが優占種であった。

表1 2014年度の結果概要

管理ユニット	調査地名	柵内外	植生率 (%)	群落高 (cm)	総種数 (n/40m ²)	ササ稈長 (cm)	更新木樹高(cm)	シカ撮影数 個体数 比率(%)
世附川A	切通沢	内	45.5	58	56	-	27	
		外	11.3	18	39	-	8	10 34
中川川上流B	大室山2	内	98.5	223	53	-	91	
		外	52.5	94	50	-	11	141 77
中川川上流C	檜洞丸1	内	92.5	82	53	-	43	
		外	88.3	75	51	-	11	51 86
丹沢湖A	丹沢湖南	内	32.0	58	40	-	19	
		外	3.0	10	24	-	7	191 74
丹沢湖B	丹沢湖	内	32.5	49	42	98.8	24	
		外	5.9	34	13	-	9	39 16
神ノ川D	大室山東	内	91.0	145	43	133.1	69	
		外	95.0	63	46	31.1	18	79 96
神ノ川E	檜洞丸2	内	94.9	157	36	-	70	
		外	91.8	102	41	-	16	161 96
丹沢中央D	イタダリの頭	内	62.5	57	51	-	24	
		外	40.0	17	58	-	8	85 72
丹沢南麓C	寄	内	80.0	181	74	-	69	
		外	80.5	40	51	-	10	126 85
中津川B	木ノ又2	内	81.3	184	63	45.5	128	
		外	52.0	35	61	17.8	7	76 78
中津川B	竜ヶ馬場1	内	86.0	109	18	111.2	7	
		外	75.0	44	65	44.2	9	29 76

※柵内の網掛けは植生保護柵が破損していたものを示す。

※シカ撮影数は、平成 26 年 9 月～11 月までの 3 ヶ月間においてセンサーカメラ 2 台に撮影された個体数の総数。複数枚連続撮影されたものは 1 回あたりの最大個体数とした。

※撮影数の比率は、全哺乳類の撮影個体数に対するシカの比率。撮影数の網掛けはシカが優占種ではなかったことを示す（丹沢湖ではイノシシが優占種）。

②累積利用圧調査

植生劣化度ではランクⅠが微減してランクⅢが増していた（図 1 左）。林床植被度は前回と測定方法が異なるため単純な比較はできないが、傾向として林床植被のない E ランクが微減して、植被 50-75% の B ランクが増した（図 1 右）。

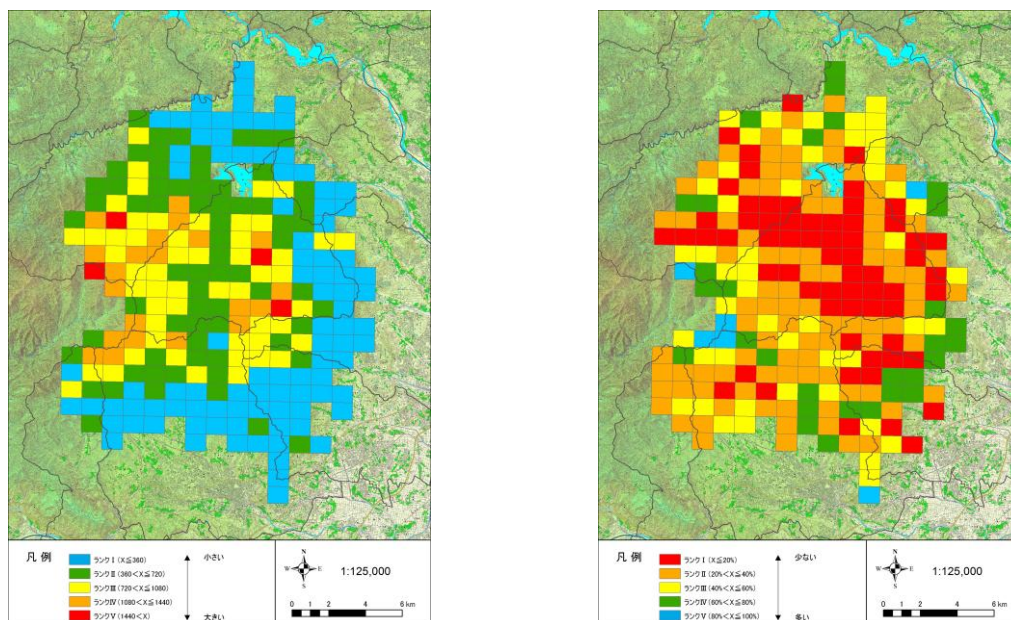


図 1 植生劣化度（左）と林床植被度（右）

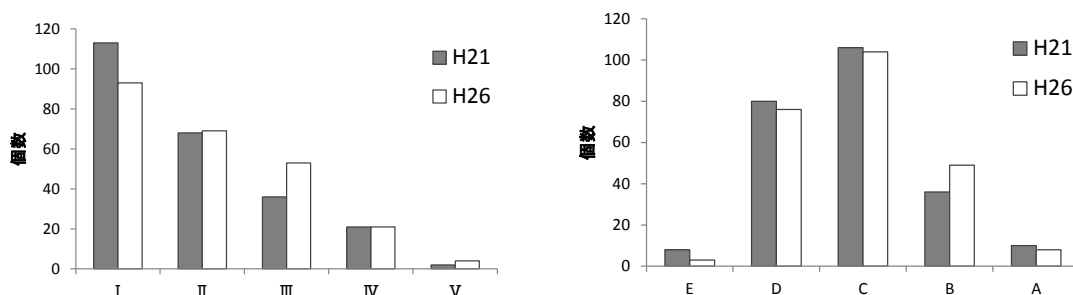


図 2 2 時点における植生劣化度（左）と林床植被度（右）のランク

林床植被度のランク A：75%以上、B：50-75%、C：25-50%、D：1-25%、E：1%未満

③モデル地区内現存量調査

前回調査した 2009 年度時点と比較して 7 箇所（うち 1 箇所は柵内）では現存量が 10g/0.25m² 以上増加した。他の箇所の変化量は±10g の範囲内であった。

(8) 今後の課題

シカ捕獲後に植生が回復すると考えられるが、回復の過程はいくつもの段階を踏むことが想定される。その段階と植生指標を示したわかりやすいモデルを作成する。

(9) 成果の発表

例年 6 月に開催される「神奈川県ニホンジカ保護管理検討委員会」で概要を報告した。

- ・ 田村 淳・藤森博英・末次加代子・永田幸志 (2013) 丹沢全域の相対的な植生指標としての植生劣化レベルと林床植被レベル. 神奈川県自然環境保全センター報告 11:37-43.
- ・ 田村 淳・末次加代子・藤森博英・永田幸志・池谷智志・小林俊元・栗林弘樹 (2013) 植生保護柵を活用したモニタリング地点の植生変化. 神奈川県自然環境保全センター報告 11: 45-52.

3 関連業務

3-1 林木育種事業（特定林木育種事業・林木育種維持管理事業）

齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(1) 次代検定林調査

1) 定期調査：5年または10年ごとに成長調査（樹高・胸高直径）、材質調査（根曲がり・幹曲がり）、被害状況調査（病害虫、気象害等）を実施した。これらの現地調査は神奈川県森林組合連合会に委託実施した。

① 小野検定林（関・神・11号）

調査地：厚木市小野

調査林分：スギ・ヒノキ30年生、（クローン増殖） 1ha

植栽形式：列状植栽

(2) 種子生産

県立21世紀の森地内、スギ・ヒノキ採種園において、林業用種子生産事業委託を行なった。スギ種子は全量を花粉の少ないスギとして、当センター内の花粉の少ないスギ採種園と県立21世紀の森の採種園の2箇所では採取している。ヒノキ種子は平成16年度より花粉の少ない6系統と他の一般精英樹種子とに分けて県立21世紀の森の採種園で採取している。

1) 林業用種子生産事業委託

採取場所：21世紀の森採種園（スギ、ヒノキ）、

委託先：神奈川県山林種苗協同組合

実施内容：①カメムシ対策：ヒノキ採種園でカメムシ防除のための袋掛けを実施した。

H25より花粉症対策品種のみの設置とした。

ヒノキ：1ha（2・4ブロック他 計131本 1,000枚設置）

②着花促進（ジベレリン処理）

スギ：0.5ha（Bブロック 30本2回）、

ヒノキ：0.5ha（2・4ブロック他花粉対策木92本）

③種子生産（球果採取、種子乾燥、種子精選）

スギ：0.5ha（Aブロック）、ヒノキ：0.5ha（1・3ブロック他）

2) 花粉の少ないスギ採種園（七沢）での種子生産（0.2ha）

花粉の少ないスギ採種園において、ジベレリン処理による着花促進を行うとともに、10月に球果採取、種子乾燥、精選を行った。

3) 種子生産量及び発芽率

①21世紀の森採種園において、花粉の少ないスギ種子は4.2kg（全量少花粉）、ヒノキ種子は、花粉の少ないヒノキ種子19.7kgを採取した。その発芽率は、花粉の少ないスギ種子17.0%、花粉の少ないヒノキ種子34.3%であった。ヒノキは昨年に引き続き豊作であり発芽率が低下した。

②七沢の花粉の少ないスギ採種園では花粉の少ないスギ種子2.8kg（うち少花粉1.2kg）を採取した。その発芽率は8.2%（少花粉8.4%）であった。

③七沢の無花粉スギ閉鎖系採種園及び人工交配により無花粉スギ種子0.2kgを採取した。その発芽率は7.9%であった。発芽率等低下の原因として不作年であること、カメムシ対策の必要性が考察された。

4) 種子配布および種子貯蔵

生産した種子は造林種苗生産用種子として環境農政局森林再生課に報告した。配布残の種子については冷蔵（-5℃）および冷凍（-30℃）貯蔵により保管している。

(3) 苗木養成

1) 播種（水源林広葉樹苗木育成事業分を含む）

区分	樹種及び数量（2014年春）
播種	スギ 1.5m ² （交配スギ、花粉対策等）、ヒノキ 20g クロマツ（抵抗性、その他）16g、モミ（発芽試験）0.5m ²
床替え	スギ 1,042 本、ヒノキ 868 本、 モミ（宮ヶ瀬、大山）289 本、 ブナ（堂平）110 本、ミズナラ（中川）53 本 シオジ（堂平）23 本 クロマツ 660 本、アカマツ 45 本 ヒメコマツ（塩水、接ぎ木）9 本

2) さし木およびつぎ木（2014年春）

区分	さし木	つぎ木
針葉樹	スギ（花粉対策、精英樹等）665本 ヒノキ（花粉対策、精英樹等）225本	ヒノキ（花粉対策）93本 クロマツ（抵抗性）93本
広葉樹	なし	なし

3) 林木の遺伝資源保存

天然記念物等遺伝資源保存として引き続き山神の樹叢（ホルトノキ、国天）の現地の実生の育苗及び調査、有馬ハルニレ（県天）、康岳寺タイサンボク（市天）の維持管理を行った。

また、平成 22 年に実施された全国植樹祭での両陛下によるお手巻き苗（スダジイ、ブナ、ヤブツバキ、コブシ）の育苗をおこない、11 月に実施された緑の祭典等で合計 61 本が植栽された

(4) 林木育種維持管理事業

七沢および田原の苗畑、スギの採種園および採穂園、ヒノキ採穂園、および精英樹クローン集植所について 1.57ha 内の除草、下刈、薬剤散布等の維持管理作業を行った。平成 25 年度は、七沢スギ採種園 0.2ha の断幹作業を実施した。

(5) 花粉症対策品種採種園の造成

花粉症対策品種種苗の安定生産のため、既存採種園の改良により花粉症対策品種の採種園の造成を実施した。

1) 県立 21 世紀の森ヒノキ採種園

- ・少花粉ヒノキ採種園（2ブロック 0.2ha）

林野庁選抜花粉の少ないヒノキのみからなる採種園で、9 クローン 21 本の植栽を実施した。また 4 ブロックで 4 本の補植を実施した。

3-2 水源林広葉樹苗木育成事業（広葉樹母樹の選抜）

(1) 広葉樹母樹の選抜

丹沢山堂平地区の広葉樹母樹の調査により、選抜した以下の広葉樹母樹候補木の増殖を実施し、県立 21 世紀の森採種園に植栽した。

植栽：シオジ 県有林 1～4 号 28 本

増殖：シオジ 県有林 5～8 号

(2) 広葉樹種子の生産指導

丹沢山堂平地区において広葉樹種子の生産を行った。ブナは結実したものの、健全種子はほとんど得ることができなかった。自然環境保全センターで精選した主な採取量は以下の通りであった。

(採取量はシイナ等を含む合計重量、単位 k g)

- ・宮ヶ瀬
モミ 0.5kg
- ・七沢
モミ 0.8kg (所内採種園)

また箱根地区の種子採取の現地指導を実施した。

3-3 林業技術現地適応化事業（無花粉スギの現地適用化試験）

平成 16 年に発見した無花粉スギ田原 1 号による閉鎖系採種園を造成し平成 20 年に無花粉スギ生産を開始したが、その生産技術の現地適用化のため、現地適用化試験の指導を実施した。

(1) 無花粉スギの生産指導

無花粉スギの生産指導のため、無花粉スギさし木生産指導（4 月）、苗畑での発芽状況調査（5 月）、ジベレリン散布（7 月）、無花粉スギ検定試験（1～2 月）を実施した。

(2) 無花粉スギ発現率調査

表 平成27年春 山だし苗の苗木生産者における無花粉検定結果

苗の種類	A生産者 期待値50%	A生産者 期待値50%	B生産者 期待値25%	C生産者 期待値50%	合計
調査本数	1,299	165	355	110	1,929
花粉あり	672	94	296	20	1,082
無花粉	472	62	56	7	597
出現率	41.3	39.7	15.9	25.9	35.6
期待値	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5
無着花等	155	9	4	83	251

3日間の林業普及員研修および別途調査による無花粉の発現率調査は左表の通りであった。現地で検定した無花粉スギを顕微鏡で確認したところ、すべて無花粉スギであった。この結果、平成 26 年度の無花粉スギ検定本数は、597 本とであった。さし木苗とあわせて 1000 本以上の無花粉スギを

生産した。

3-4 試験林整備事業

谷脇 徹・高橋成二

(1) 広葉樹遺伝資源保存林の管理

遺伝資源保全保存林(ケヤキ林 0.16ha、湿性広葉樹林 0.17ha)で下刈りを 1 回実施した。

4 諸活動

4-1 依頼調査と指導

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
主任研究員 臨時技師 非常勤	齋藤央嗣 谷脇 徹 相原敬二	インターシップ受け入れ (丹沢のブナ保全活動)	九州大学	2014年 9月
主任研究員	齋藤央嗣	水源林確保地の混交林造成指導	県央地域県政総合センター	2014年 9月
主任研究員	齋藤央嗣	苗畑品評会審査員	森林再生課	2014年 10月
主任研究員	齋藤央嗣	種苗関係施設見学	南足柄市竹松生産森林組合	2014年 10月
主任研究員	齋藤央嗣	丹沢ブナ党シンポジウム 「丹沢に未来はあるか」パネラー	丹沢ブナ党	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	得苗調査指導	森林再生課 (3日)	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	抵抗性クロマツ種子の配布	福島県森林整備課	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	ミドリ95号取材(無花粉ヒノキの発見と無花粉スギの広がり)	神奈川トラストみどり財団	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	全国植樹祭お手播き苗配布	森林再生課	2015年 1月
主任研究員	齋藤央嗣	水源林確保地の植栽指導	湘南地域県政総合センター丹沢自然保護協会	2015年 1月
主任研究員	齋藤央嗣	スギ・ヒノキ種子の配布	北海道大学大学院農学研究院	2015年 1月
主任研究員	齋藤央嗣	県立21世紀の森無花粉スギ展示協力	森林再生課	2015年 2月
主任研究員	齋藤央嗣	KANAGAWA Muffin(県提供ラジオ番組)出演(無花粉スギ・ヒノキの取り組みについて)	県民局広報県民課	2015年 3月

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
主任研究員	齋藤央嗣	丹沢産ブナ配布	環境科学センター	2015年 3月
主任研究員	田村 淳	林道法面の希少植物調査	森林再生課	2014年 4月
主任研究員	田村 淳	保存木施業地の管理方針	保全C足柄出張所	2014年 4月
主任研究員	田村 淳	県有林の巨樹巨木調査の方針	かながわトラスト みどり財団	2014年 4月
主任研究員	田村 淳	林道法面の植生調査（日向林道）	湘南地域県政総合センター	2014年 5月
主任研究員	田村 淳	県有林の巨樹巨木調査	かながわトラスト みどり財団	2014年 5月
主任研究員	田村 淳	林道法面の希少植物現地調査（玄倉林道）	森林再生課	2014年 5月
主任研究員	田村 淳	林道法面の希少植物現地調査（塩水林道）	森林再生課	2014年 6月
主任研究員	田村 淳	林道法面の希少植物現地調査（神ノ川林道）	森林再生課	2014年 7月
主任研究員	田村 淳	クマ生息地の植生調査	保全C野生生物課	2014年 8月
主任研究員	田村 淳	鎌倉明月荘の森林管理	横須賀三浦地域県政総合センター	2014年 8月
主任研究員	田村 淳	生態系管理（森林技術センター）	保全C水源の森林推進課	2014年 10月
主任研究員	田村 淳	生態系管理（森林技術センター）	保全C水源の森林推進課	2014年 12月
特別研究員	成瀬真理生	鎌倉明月荘の森林管理	横須賀三浦地域県政総合センター	2014年 8月
特別研究員	成瀬真理生	科学技術フェア	横浜新都市ホール	2014年 11月
特別研究員	成瀬真理生	水源林整備の現地研修	保全C水源の森林推進課	2014年 12月

4-2 講師派遣

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉ヒノキ研究の取組について	花粉問題対策事業者協議会	2014年 9月
主任研究員	齋藤央嗣	神奈川県におけるヒノキの目視雄花量による花粉飛散予測の検討	NPO 花粉情報協会	2014年 9月
主任研究員	齋藤央嗣	森林インストラクター養成講座「健全な苗木づくりー種子の採種から苗木作りまでー」	神奈川トラスト みどり財団	2014年 10月
主任研究員	齋藤央嗣	緑の雇用現場技能者育成対策事業造林（安全な造林作業） 種苗・育種、植栽実習	神奈川県森林組合連合会	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	アグリビジネス創出フェアでの研究成果発表	農林水産省農林水産技術会議	2014年 11月
主任研究員	齋藤央嗣	神奈川県における2014年秋のスギ雄花着花状況	NPO 花粉情報協会	2014年 12月
主任研究員	齋藤央嗣	林業普及員研修 無花粉スギの生産技術	森林再生課	2015年 1月
主任研究員	田村 淳	水源の森林づくり担当者会議	保全C 水源の森林推進課	2014年 4月
主任研究員	田村 淳	神奈川県の水源地で確認できた植物	日本シダの会関東支部	2014年 5月
主任研究員	田村 淳	森林整備基本研修「生物の多様性について」	森林再生課	2014年 6月
主任研究員	田村 淳	流域森林管理士コース「森林施業の体系」	神奈川県森林組合連合会	2014年 7月
主任研究員	田村 淳	森林インストラクター養成講座「森林の生態」	かながわトラストみどり財団	2014年 9月
主任研究員	田村 淳	神奈川の森林とその植物	フィールドスタッフ倶楽部	2014年 10月
主任研究員	田村 淳	自然公園指導員研修「溪畔林の役割」	保全C 自然保護課	2014年 12月

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
主任研究員	田村 淳	「自然環境をあつかう実務と キャリア・プランニング」－ 神奈川県森林管理と自然環 境保全センターの仕事－	横浜国立大学理 工学部	2015年 1月
臨時技師	谷脇 徹	丹沢の自然と再生－ブナ林の 保全・再生を目指して－	みろく山の会	2014年 5月
臨時技師	谷脇 徹	神奈川森林塾「森林の病害虫」	森林再生課	2014年 7月
特別研究員	成瀬真理生	水源の森林づくり担当者会議	保全C 水源の森 林推進課	2014年 4月

4-3 委員会・研究会

職	氏名	名称	依頼者・主催者等	回数
研究連携課長	山中慶久	神奈川県ニホンジカ保護管理検討委員会	自然環境保全センター	1
研究連携課長	山中慶久	水源環境保全再生かながわ県民会議施策調査専門部会	環境農政局水・緑部 水源環境保全課	5
研究連携課長	山中慶久	神奈川県水源林確保・整備専門委員会	自然環境保全センター	1
研究連携課長	山中慶久	丹沢自然再生委員会事業評価部会	自然環境保全センター	2
研究連携課長	山中慶久	丹沢大山自然再生委員会	自然環境保全センター	1
研究連携課長	山中慶久	科学技術推進会議	神奈川県科学技術 ・大学連携課	1
研究連携課長	山中慶久	アレルギー・花粉症対策会議	神奈川県健康増進課	1
研究連携課長	山中慶久	サントリー水科学フォーラム	サントリーホールディングス(株)	1
主任研究員	齋藤央嗣	花粉飛散予測及び動態に関する調査研究検討委員会	NPO 法人花粉情報協会 (環境省)	3
主任研究員	齋藤央嗣	花粉関係調査委員会	(社) 全国林業改良普及協会	2
主任研究員	齋藤央嗣	花粉症対策研究会	関中林試連(森林総合研究所林木育種センター)	1
主任研究員	齋藤央嗣	第27回関東甲信越花粉症研究会	(財) 日本気象協会	1
主任研究員	齋藤央嗣	関東森林学会幹事会	関東森林学会学会	1
主任研究員	齋藤央嗣	日本花粉学会評議員会	日本花粉学会	1
主任研究員	田村 淳	神奈川県シカ保護管理検討委員会	自然環境保全センター 野生生物課	1
主任研究員	田村 淳	水源環境保全再生施策施策専門委員会	水源環境保全課	1
主任研究員	田村 淳	溪畔林整備の手引き検討会	自然環境保全センター 県有林経営課	2

職	氏名	名称	依頼者・主催者等	回数
主任研究員	田村 淳	水源の森林づくり事業検討会	自然環境保全センター 水源の森林推進課	1
主任研究員	内山佳美	水源環境全・再生かながわ県民会議	環境農政局水・緑部 水源環境保全課	4
主任研究員	内山佳美	水源環境全・再生かながわ県民会議施策調査専門委員会	環境農政局水・緑部 水源環境保全課	4
主任研究員	内山佳美	かながわ水源環境保全・再生施策の経済的手法による施策評価有識者検討委員会	環境農政局水・緑部 水源環境保全課	4
臨時技師	谷脇 徹	所内ワーキング「シカと森林の一体的管理について」	自然環境保全センター 自然再生企画課	2
臨時技師	谷脇 徹	関中林試 生物による森林被害リスク評価研究会	栃木県	1
臨時技師	谷脇 徹	神奈川県シカ保護管理検討委員会	自然環境保全センター 野生生物課	1

4-4 発表・報告

氏名	題名	誌名	年月
齋藤央嗣	書評「生態学者が書いた DNA の本 メンデルの法則から遺伝情報の読み方まで」	森林科学 71 : 42	2014 年 6 月
齋藤央嗣	神奈川県におけるヒノキの目視雄花量による花粉飛散予測の検討	日本花粉学会 55 回大会(口頭発表)	2014 年 10 月
齋藤央嗣 河野明子 藤澤示弘 越地正 毛利敏夫 三橋正敏 久保典子	大山モミ採種園の造成と種子生産	森林遺伝育種学会第 3 回大会 (ポスター発表)	2014 年 11 月
齋藤秀之 瀬々潤 小倉 淳 齋藤央嗣 谷脇徹 中村佐知子 村中康秀 山口高志 野口泉	遺伝子の発現解析は林木のストレス診断に有効か? —ブナ林の事例から—	北方森林学会 (ポスター発表)	2014 年 11 月
磯辺山河 齋藤央嗣 逢沢峰昭	神奈川県丹沢山塊のヒメコマツ個体群構造と更新状況の過去 10 年間の変化	神奈川自然誌資料 36:21-24	2015 年 2 月
袴田哲司 池田潔彦 山本茂弘 藤澤示弘 齋藤央嗣 齋藤真己	交配による精英樹系雄性不稔スギの作出と成長・材質の評価	第 126 回日本森林学会大会 (ポスター発表)	2015 年 3 月
田村 淳	高齢級スギ・ヒノキ人工林の林床植被の多寡が択伐後の高木性樹木稚樹の更新に及ぼす影響—シカを排除した 12 年間の調査から—	日本森林学会誌 96:333-341	2014 年 12 月

氏名	題名	誌名	年月
田村 淳 中西のりこ 指村奈穂子 長澤展子 野辺陽子	56年ぶりのタチヒメワラビの発見	FLORA KANAGAWA79): 926-927	2015年 2月
田村 淳	水源林整備の意義と整備の効果	自然環境保全センター研究成果 報告会(横浜開催)	2015年 2月
田村 淳	水源林整備の意義と整備の効果	自然環境保全センター研究成果 報告会(厚木開催)	2015年 3月
田村 淳 谷脇 徹 中西のりこ 井田忠夫 吉田直哉	複合影響で衰退したブナ林の天然更新による森林再生の可能性—植生保護柵設置後4~7年の調査から	第126回日本森林学会大会学術講演集	2015年 3月
平岡真合乃 五味高志 保坂俊明 内山佳美	3Dレーザスキャナを用いた斜面から溪岸における地形変化量評価の試み	平成26年度砂防学会研究発表会 概要集 B-38	2014年 5月
若原妙子 金星 石川芳治 白木克繁 内山佳美	壮齢ブナ林斜面における土壌・リターを通じた放射性セシウムの移動	平成26年度砂防学会研究発表会 概要集 A-168	2014年 5月
小田智基 平岡真合乃 佐藤貴 堀田紀文 大手信人 鈴木雅一 内山佳美	落葉広樹の優占する山地斜面における林内雨量の空間分布特性	平成26年度砂防学会研究発表会 概要集 A-260	2014年 5月

氏名	題名	誌名	年月
飯野貴美子 石川芳治 白木克繁 若原妙子 内山佳美	丹沢堂平のシカ食害地斜面におけるリターの移動要因	平成26年度砂防学会研究発表会概要集 A-286	2014年 5月
Marino Hiraoka, Takashi Gomi, Norifumi Hotta, Yoshimi Uchiyama	Seasonal changes in grain size distribution of produced sediment from hillslopes at forested headwater catchments	Asia Oceania Geosciences Society 11th Annual Meeting	2014年 7月
内山佳美	神奈川県に参加税制、順応的管理による緑のダムの保全	緑のダムの科学 減災・森林・水循環 蔵治光一郎・保屋野初子編 (分担執筆)	2014年 8月
内山佳美	水源林整備と下流への水や土の流出の関係	自然環境保全センター研究成果報告会(横浜開催)	2015年 2月
内山佳美	水源林整備と下流への水や土の流出の関係	自然環境保全センター研究成果報告会(厚木開催)	2015年 3月
那琴 戸田浩人 崔東壽 内山佳美	森林流域の間伐と群状伐採による窒素動態への影響	第126回日本森林学会大会学術講演集 P1B137	2015年 3月
江草智弘 小田智基 佐藤貴紀 鈴木雅一 内山佳美	神奈川県大洞沢流域における、シカ柵の設置が河川流出に及ぼす効果の検証	第126回日本森林学会大会学術講演集 P2A055	2015年 3月

氏名	題名	誌名	年月
谷脇徹	ブナハバチ成虫の生存と卵生産に及ぼす温度および食物の影響	昆蟲 (ニューシリーズ) 17(2) : 79-85	2014年 4月
谷脇徹	ブナハバチの繭形成期の死亡に及ぼす土壌条件の影響	環境動物昆虫学会誌 25(2) : 75-80	2014年 6月
谷脇徹 渡辺恭平	捕食寄生蜂 2 主のブナハバチ繭への寄生生態	昆蟲 (ニューシリーズ) 17(4) : 131-134	2014年 10月
谷脇徹	ブナハバチ成虫で観察されたブナ樹液摂取行動	環境動物昆虫学会誌 25(4) : 147-151	2014年 12月
福沢朋子 山路貴大 谷脇徹 逢沢峰昭 大久保達弘	栃木県高原山尚仁沢のイヌブナ・ブナ天然林における 4 年間のブナハバチ被害の発生状況	宇都宮大学農学部演習林報告 50 : 79-83	2014年 3月
谷脇徹 猪野正明 鶴田英人 齋藤央嗣 相原敬次 岡田充弘	ジノテフランを樹幹注入した苗畑ブナにおけるブナハバチの防除効果	第 126 回日本森林学会大会学術講演集 : P2B164	2015年 3月
岡田充弘 猪野正明 谷脇徹 吉濱健	殺虫剤少量樹幹注入処理による食葉性害虫防除の検討	第 19 回樹木医学会大会 : P14	2014年 11月
田村淳 谷脇徹 中西のりこ 井田忠夫 吉田直哉	複合影響で衰退したブナ林の天然更新による森林再生の可能性—植生保護柵設置 4~7 年の調査から	第 126 回日本森林学会大会学術講演集 : P2B130	2015年 3月
成瀬真理生	水源の森林づくりにおける間伐が鳥類に及ぼす影響について	緑の斜面	2014年 12月

氏 名	題 名	誌 名	年 月
成瀬真理生	水源林整備と生息する生きものの関係	自然環境保全センター研究成果 報告会（横浜開 催）	2015 年 2 月
成瀬真理生	水源林整備と生息する生きものの関係	自然環境保全センター研究成果 報告会（厚木開 催）	2015 年 3 月

5 予算内訳

5-1 主な研究・事業費の予算内訳

1 経常研究費	2,553 千円
〈一般試験研究費〉	1,253
〈特定受託研究費〉	1,300
2 維持運営費	729 千円
〈自然環境保全センター維持運営費〉	
圃場等管理事業費	148
林木育種維持管理事業費	324
試験林管理事業費	257
3 研究関連事業費	270,863 千円
〈特別会計 森林環境調査費〉	174,500
〈特別会計 丹沢大山保全・再生事業費〉	77,930
〈特別会計 水源林整備事業費〉	13,638
〈水源林整備推進事業費〉	1,307
〈農林水産技術開発推進費〉	281
〈林業普及指導費〉	615
〈治山事業費〉	2,592
合 計	274,145 千円

6 共同研究・連携機関

6-1 主な共同研究・連携機関一覧

愛媛大学

神奈川県環境科学センター

神奈川県産業技術センター工芸技術所

神奈川県農業技術センター

生命の星・地球博物館

森林総合研究所

森林総合研究所林木育種センター

長野県林業総合センター

丹沢ブナ党

東海大学

東京大学

東京農工大学

北海道大学

京都府立大学

酪農学園大学

神奈川工科大学

NPO 法人 神奈川ウォーター・ネットワーク

(株)野生動物保護管理事務所

(株)地圏環境テクノロジー

サンケイ化学株式会社