

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 25 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. 46

平成 26 年 10 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25年度試験研究体系図-----	2
2-2 研究業務の概要-----	3
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

Aa. ブナ林の大気環境解析-----	13
Ab. ブナ林の水分生理調査（水ポテンシャル調査）-----	17
Ac. ブナ林の生理生態調査（樹液流と水分計測）-----	19
Ad. ブナ林のストレス診断調査-----	21
Ae. 土壌侵食モニタリング-----	24
Af. ブナハバチ成虫モニタリング-----	28
Ag. ブナハバチ繭モニタリング-----	30
Ah. 主稜線の積雪深調査-----	32
B. ブナ林生態系の再生技術の改良	
Ba. ブナ林再生のための実証的研究-----	34
Bb. 大規模ギャップ森林再生試験-----	36
Bc. ブナハバチ防除試験-----	38

(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-----	41
Ab. 人工林の針広混交林化調査-----	44
B. 対照流域法による総合モニタリングー総括ー-----	46
Ba. 観測施設保守・改良-----	50
Bb. 大洞沢モニタリング調査-----	52
Bc. 貝沢モニタリング調査-----	58
Bd. スタノ沢モニタリング調査-----	64
Be. フチヂリ沢モニタリング調査-----	70
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）-----	74
Bg. 水循環基礎調査（試験流域の水文調査）-----	79
Bh. 水生生物調査-----	85

Bi. 水循環モデル-----	87
Bj. 降水量・蒸発散量の推定手法検討-----	91
Bk. 水源施策の総合評価のための情報整備-----	95
C. 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握—総括— -----	98
Ca. 植物-----	100
Cb. 昆虫-----	103
Cc. 鳥類-----	105
Cd. 哺乳類-----	107
D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化	
Da. 花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発 -----	109
Db. スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業 -----	111
Dc. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究 -----	114

(2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術の開発

A. シカと森林の一体的管理の推進手法開発-----	116
B. ブナ林におけるシカ管理手法開発	
Ba. 省力的・効果的モニタリング方法の検討-----	118
Bb. 植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発-----	120
C. シカによる植生影響モニタリング-----	122

3 関連業務

3-1 林木育種事業-----	124
3-2 水源広葉樹苗木育成事業-----	126
3-3 林業技術現地適応化事業-----	126
3-4 試験林整備事業-----	127

4 諸活動

4-1 依頼調査と指導-----	128
4-2 講師派遣-----	130
4-3 委員会・研究会-----	131
4-4 発表・報告-----	132

5 予算内訳

5-1 主な研究・事業費の予算内訳 -----	133
-------------------------	-----

6 共同研究・連携機関

6-1 主な共同研究・連携機関の一覧-----	134
-------------------------	-----

1 企画調整業務

平成25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推進協議会の開催

- 開催月日 平成25年8月21日(水)
開催場所 自然環境保全センター レクチャールーム
参加者 10機関26名
協議事項
・平成24年度及び平成25年度試験研究課題実施状況について
・平成26年度試験研究課題の調整

2 平成26年度試験研究課題の調整

平成26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10件、提案機関数は5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5件、調査指導対応のもの1件、実施不可および調査指導対応のもの2件、実施不可のもの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3月25日	自然環境保全センター レクチャールーム	(1) 花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発 成果評価について (2) その他の花粉関係課題の成果評価について	平 英彰 高橋 誠 丹羽久雄

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25年8月21日	自然環境保全センター レクチャールーム	森林と河川底生動物とのかかわり	加賀谷 隆

平成25年度試験研究体系図

自然環境保全センター研究連携課

●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 (H22～25) ★
- ・ スギ・ヒノキ花粉量の予測調査 (H21～25)

○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 (H21～25)

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25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2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、丹沢のブナのオゾンの取り込みを考慮するとクリティカルレベルを超えていること、檜洞丸の衰退木で水ストレス症状が発生しやすいことが明らかになった。また、モニタリングによりブナハバチの大量発生が予測されたことから、粘着シートによる捕獲試験を行い、3地点548本のブナでの捕獲数は合計75万個体を捕殺したと推定された。

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25年度は10地点において2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、観測施設の整備が済んでいるヌタノ沢、フチヂリ沢において事前モニタリングを、森林操作の行われた大洞沢、貝沢では事後モニタリングを実施した。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まだ明瞭に現れていないが、貝沢では群状伐採・搬出における短期的な影響が明らかになった。また、森林操作としてヌタノ沢のA沢に植生保護柵を設置した。

対照流域法による水源かん養機能の評価モニタリングに関連して、生態系や生物多様性の視点を取り入れた「森林生態系効果把握調査」を平成25年度から着手した。

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。また無花粉となるヒノキを全国で初めて発見し平成25年12月に知事発表を行った。

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25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7地域に計21調査区を設定し、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。

(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2年目にあたり、大気・気象観測施設の改修・メンテナンスを行い、オゾン、気象のモニタリングを実施した。衰退原因の解明では、丹沢のブナのオゾンの取り込みを考慮するとクリティカルレベルを超えていること、生理生態調査では檜洞丸の衰退木で水ストレス症状が現れること、高標高では衰退木・健全木ともに枝に気泡が生じるキャビテーションが起こりやすいことが明らかになった。

再生実証技術開発として、ブナ林の再生事業の技術開発強化とともに、モニタリングによりブナハバチの大量発生が予測されたことから、粘着シートによる捕獲試験を行い、3地点548本のブナでのブナハバチ捕獲数は、合計75万個体と推定された。

Aa. ブナ林の大気環境解析

平成25年度は、丹沢山地全域における樹木へのオゾンの影響を調べる目的で、AOT40と樹木葉の気孔からのオゾンの取込み量を推定した。まず、ブナの着葉期（4月から10月）について丹沢山地全域での地上オゾン濃度を局地気象モデル（MM5）と大気質モデル（CMAQ）を用いて求めた。オゾンの取込み量は、UNECE（国際連合欧州経済委員会）が作成した大気汚染による植物影響に関するマニュアルに基づき算出した。

丹沢山地全域についてAOT40とオゾンの取込み量の分布図を作成した結果、AOT40や気孔からのオゾンの取込み量ともにクリティカルレベルを超えており、オゾンによる樹木への生長阻害の影響が大きいことがこれら解析結果から明らかになった。

標高とオゾンの取込み量の関係を調べた結果、取込み量は高さと共に直線的に増加し、標高約800m以上ではほぼ一定の値（約28 mmol/m²）になった。標高が高いほどオゾンの取込み量が多いのは、標高が高いほどブナ林の衰退が深刻である傾向と一致した。（なお、標高は、数値モデル内で用いられているモデル標高であり、実際の標高と異なる。これは、格子間隔5 kmにより標高が平均化されているためである。）

Ab. ブナ林の生理生態調査（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葉の水ポテンシャルと枝の木部構造の解剖学的観察と水分通道能力を調査した。その結果、日中の葉の水ポテンシャルの3年間の最低値を比較したところ、衰退した個体の葉に顕著な水ストレス症状が現れることが分かった。標高1,600mでは衰退木・健全木ともに枝に気泡が生じるキャビテーションを起こしやすかった。このうち衰退木では道管径が小さく、理論水分通導度も小さく、水分通道能力が低かった。

Ac. ブナ林の生理生態調査（樹液流と水分計測）

ブナ衰退地における個体レベルでの蒸散に伴う水分動態と環境との関係について検討するため水分計の計測結果と樹液流および環境状況との関係を解析した。その結果、水分計が低下傾向にある期間は、回復傾向にある期間に比較して樹液流が高くなっていることから、この期間は蒸散がより活発になっているものと考えられた。さらに、低下傾向にある期間は風速が高く無風時が少ないことに加え、大気飽差も高くなっていることから、個体の蒸散がより促される環境下にある状況もとらえることが出来た。

Ad. 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、丹沢山地檜洞丸の衰退個体と健全個体の発現遺伝子について、ブナ専用に開発されたDNAマイクロアレイを用いて昨年度の結果を解析した。ブナハバチの採食との関係では、全遺伝子を対象にした発現プロファイルのクラスター分析結果と被食量の関係は、健全木と衰退木では異なるクレードに分かれ、樹勢が発現遺伝子に影響を与えていると考えられた。さらに、被食が甚大であった個体は微小であった個体と異なるクレードに分かれたため、被食とブナ葉の発現遺伝子には何らかの関係が示唆された。

また、環境影響評価に関する再解析として主成分分析を行ない、酸化の影響に関わる第1主成分は、衰退木のスコアは健全木に比べて有意に小さく、丹沢ブナ林8個体の第1主成分に対するスコアを富士山ブナ林ならびに黒松内ブナ林の結果と比較してみると、全体として負の値が大きい傾向があり、特に衰退個体は顕著に負の値が大きかった。丹沢山系檜洞丸山頂付近のブナ林は、葉に酸化の影響を受けており、特に衰退木では健全木に比べて酸化の影響が大きいことが示された。高温の影響に関わる第2主成分は、衰退木のスコアは健全木に比べてスコアが小さい傾向を示したが、高温の影響を示唆する結果はえられず、疑似性の問題の他、低温の影響を示唆した。土壤乾燥の影響指標する第3主成分は、丹沢で特徴的な値は示さず、水ポテンシャル値との関係も見られず、乾燥の評価軸として適合していない可能性が考えられた。

Ae. 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、さらに夏季の被覆率のうち林床植生の占める割合が年々大きくなる傾向が引き続き見られた。

また、堂平のブナ林斜面で斜面長の異なるプロットを設定して地表流の流量や濁度を測定したところ、斜面長が長いプロットほど地表流流出率の減少、平均浸透能の増加、地表流の土砂濃度の増加がみられた。斜面の土壌侵食から流域スケールの浮遊土砂流出に至る流出機構の一端の知見を得ることができた。堂平沢とワサビ沢の濁度の発生の経年変化については、上流での対策工の施工やシカの生息密度の減少により変化が予想されるが、現時点の経年変化では横ばいまたは増加傾向であった。

Af. 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。2013年の雌成虫捕獲数は地点により平均で1～1,060個体と大幅な差があり、三国山を除いた5地点で被食規模の小さかった2012年より3～5倍増加した。檜洞丸の展葉期の雌成虫捕獲数は大規模食害年の2011年より捕獲数が多く、あわせて調査した卵密度も2013年が最も高く、これにより大規模な食害発生を事前に予測することができた。

Ag. 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。繭密度は大室山と檜洞丸ではこれまでと同様に上昇傾向にあり、こ

れら2地点と丹沢山では依然として被食発生リスクが高い可能性がある。

Ah. 主稜線の積雪深調査

丹沢の主稜線の総延長45kmの91地点で、2月と3月に積雪深とササの稈長を調査した。2月の積雪は全地点で認められ、最大積雪深は丹沢山山頂（標高1,567m）の180cmであった。3月の最大積雪深も丹沢山山頂で100cmであった。ササはスズタケとミヤマクマザサの分布が認められ、スズタケは犬越路～大室山と白石峠～切通峠にかけて分布しており、100cm以上の稈長で生育していたが、場所により50cm未満になっていた。

B. ブナ林生態系の再生技術の改良

Ba. ブナ林再生のための実証的研究

ブナなどの樹木の枯れた林冠ギャップにおいて植生保護柵の設置により高木性樹木が更新する可能性を明らかにするために、平成18～22年度に行われたブナ林再生事業地で植栽木と天然更新木の生育状況を調べた。

3か所に植栽した計10樹種のうち8樹種は生存率が70%以上を維持していたが、サワグルミとシオジの生存率は低かった。樹高は樹種や場所によるばらつきがみられたものの、ミズキやマユミ、シナノキの樹高が高くなっていた。天然更新木では、開空度が20%未満で林床植生が退行したところに柵を設置した場所では、多様な樹種の更新木が多数発生、成長していた。

Bb. 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2か所では、5,000～40,000本/haの更新木を確認できたが、樹高は20cm未満のものが多かった。最大樹高は2か所ともにマユミであり、それぞれ46cm、45cmであった。10月には、ササ草原の2か所で植生保護柵の有無とミヤマクマザサの刈り払い、周辺樹木の種子の播種（その場で採取）の組み合わせによる試験を開始した。

Bc. ブナハバチ防除試験

ブナ林衰退の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、大規模被害の事前予測を踏まえ、樹幹に粘着シートを設置して幹をよじ登る幼虫を捕獲する、幼虫粘着トラップによる緊急防除事業を実施した。用いたのは幅20cmのロール状粘着シートであり、粘着面に印刷された区画による省力的なサンプリング方法を検討した結果、下から3行目の1区画を8回サンプリングしたところ、全捕獲数を概ね推定することができた。3地点548本のブナでの捕獲数は合計75万個体と推定された。山岳地のブナ135～213本に必要な作業量は設置4～8人日、撤去4人日と省力的であった。捕獲数の割合は檜洞丸で8.5%、丹沢山で11.8%と評価された。

(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

10 か所の計 36 試験区で植生と下層植物現存量、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。

草本層植被率は、丹沢の柵内の 10 試験区のうち 4 試験区で「増加」ないし「やや増加」、他の 4 試験区では「変化なし」、残りの 2 試験区では「減少」した。柵外では 18 試験区のうち 11 試験区で「変化なし」であったが、5 試験区では「増加」した。この 5 試験区のうち 2 試験区ではマツカゼソウとオオバノイノモトソウの不嗜好性植物や、アシボソとチヂミザサのイネ科植物が優占していた。土壌移動は 2 試験区で認められた。全地点でシカは撮影され、撮影延べ個体数の少なかった 1 地点を除いてシカが優占種であった。

Ab. 人工林の針広混交林化調査

群状間伐地において間伐後 3 年目の高木性樹木稚樹の更新状況を調査した。

更新木の種数は柵内で 16 種、柵外では 6～11 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先駆樹種であった。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。

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事前または事後モニタリングを継続した。第 2 期 5 か年の 2 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段階となっている。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。さらに現地検討や個別打合せを数回実施した。

Ba. 観測施設保守・改良

第 1 期 5 か年において整備した県内 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 16 件実施した。特に、台風等の影響により量水堰に流入した土砂を浚渫する工事については、大洞沢 (NO1 量水堰)、貝沢 (NO1～4 量水堰)、ヌタノ沢 (A 沢量水堰) で各 1 回実施した。フチヂリ沢の水文観測施設では、ソーラーパネル 1 基を増設する改良を行った。

また、対照流域試験における森林操作として、ヌタノ沢の A 沢の流域全体を囲む植生保護柵を設置した。

Bb. 大洞沢モニタリング調査

東京大学及び東京農工大学との共同研究により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を検証するための調査を行った。4 年間の観測データを用いて短期水収支法から蒸発散量の季節変化や流域ごとの地下水の動態が明らかになった。また、整備前後での流出特性や水質の変化については、現時点ではデータからの検出はできなかった。植生保護柵内の植生変化については、溪流沿いに多い裸地の植生回復には至っていないが、尾根などの不嗜好性種が繁茂する箇所では現存量が増加していた。また、これまでの斜面プロットの土壌侵食量データから、年間を通して土砂生産がみられ、特に粒径 2mm 以下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みられた。さらに斜面の生産土砂の溪流への供給過程を把握する一環で、新たに 3D レーザースキャナを用いた地形計測を 7 月と 12 月に行い、複数時点の比較について検討を行った。

Bc. 貝沢モニタリング調査

東京農工大学との共同研究により平成 24 年度に行われた間伐や木材搬出の前後での水収支と物質循環機構を把握するための調査を行った。施業前の水収支では流域 1 の流出率が他の流域より大きい傾向があった。直接流出率は、一雨雨量が 50 mm 以下では降雨直前の流量、50 mm を超えると一雨雨量の大きさにより影響を受けていた。また、流域 1 の除伐や間伐の前後をとおして有機物の動態を調べたところ調査期間内では間伐の有無による水質の差異はみられなかったが、樹冠からの有機物供給量や斜面の上方から下方への有機物移動量は間伐や除伐を行った流域 1 で増加した。今後の変化についても、モニタリングを継続して把握する必要がある。

Bd. ヌタノ沢モニタリング調査

平成 22 年度に観測施設を整備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、林床被覆率調査、浮遊土砂の生産起源推定のためのサンプル採取、既設堰堤の堆砂量の推定等を実施した。2013 年の年間降水量は例年より少なく 1964 mm であった。流出水量は A 沢で 378 mm、B 沢で 1249 mm であり、A 沢で極端に少なかった。これまでの観測データから直接流出量を算出したところ、A 沢 B 沢ともに一雨雨量に対する直接流出量の増加率は、一雨雨量が 50 mm 以上になると大きくなった。また、洪水時の観測結果から、両沢ともに降雨に伴って直ちに流量が増加して流量のピークに対応して濁度のピークがみられた。さらに EC の変動から両沢の量水堰での降水由来の成分の直接的な流入が限定的であると考えられた。また、10 月と 12 月に両沢の湧水と溪流定点で流量・水質を測定したところ、A 沢では地点ごとのばらつきが大きく、B 沢では少なかった。2 時点の比較では、量水堰での流量には差があるが湧水の流量にはほとんど差がなく、硝酸濃度では植物の休眠期にあたる 12 月のほうが濃度が高かった。林床植被率調査では、針葉樹では季節による被覆率の差が少なく広葉樹林では差が大きかった。量水堰での土砂の堆積は、9 月の台風 18 号の影響で顕著であり、0.94 m³ であった。

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。2013 年の年間降水量は 2345 mm であり、8~1 月、3 月に流量観測した結果では、10 月と 3 月の流量が多かった。フチヂリ沢 5 地点、クラミ沢 4 地点の流量観測結果から、一般的に上流の測点から下流の測点にかけて流量が増加していたが、クラミ沢の最下流の水文観測地点では、上流の流量より少なくなることが多かった。8 月と 12 月に平水時の水質分析をしたところ、両沢の相違や流域内での相違、季節による相違はいずれも明瞭でなかった。9 月 15~16 日に洪水時の流量観測を行ったところ、総降水量 258 mm に対して実測によるピーク流量はフチヂリ沢で 2.958 m³/s、クラミ沢で 0.759 m³/s であり、平水時と同様にフチヂリ沢のほうが多かった。洪水時の水質分析結果では、流量のピークで各溶存イオン濃度が低くなったが、降雨が終了し流量の減衰に伴って各種イオン濃度も平水時の濃度に戻る傾向がみられた。

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）

流域の森林管理に伴う水質変化を追跡調査するため、前年度に引き続き平成 25（2013）年度も毎月一度の頻度でヌタノ沢及び周辺の渓流水を 12 地点で採水し、水質の連続観測調査を行った。なお、夏期の渇水のため、A 沢で欠側があった。調査項目は水温、pH、電気伝導度、Cl⁻、NO₃⁻、HCO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、K⁺、Mg⁺、Ca²⁺である。ヌタノ沢は 2 沢（A 沢、B 沢）で構成され、流域出口で合流し、中川川に流入する。両沢の水質は、陽イオンは Ca²⁺イオン、陰イオンは重炭酸イオンが主成分で、濃度は低い。量沢の水質を比較すると、A 沢の電気伝導度と NO₃⁻が B 沢に比べ濃度が高い。水質を 4 試験流域の中で比較すると、K⁺が他流域に比べ 1 オーダー高く、NO₃⁻イオンが最も少ない。

短期（降雨時）、1 年間および長期（3 年間）の水質変化を経時グラフ上で検討した。その結果、

降雨時の流量増加から減衰に至る期間では、増水時の Na⁺、Ca²⁺および Cl⁻の低減、SS や NO₃-に一時的な増加が認められた。1 年間の水質変化には、水温を除き、季節変化は顕著でなかった。さらに、両沢で濃度が異なる NO₃-について 4 年間の変化傾向を見ると、両沢共にわずかな減少傾向が認められた。

Bg. 水循環基礎調査（試験流域の水文調査）

試験流域での施業が水源環境に及ぼす影響・効果のモニタリング調査の基礎となる観測調査として、降水量、地下水位、流量などの水文観測を行っている。平成 25（2013）年は、3 月、6 月、9 月、10 月にまとまった降水があったものの、年間降水量は平年に比べ 80～90%の範囲とやや少なかった。地下水位については、大洞沢とヌタノ沢で、降雨を反映した地下水位の上昇・下降と 2～2.5mの年間変動量が観測された。なお、年間変動量が小さいフチヅリ沢の地下水位は気圧変化に対応し、自噴する貝沢では自噴状況に大きな変化はなく、降雨に伴う顕著な変動は認められなかった。河川流量については、定期的な実測による検証を行いながら自動観測を行っている。大洞沢やヌタノ沢の降雨時とくに大雨後のピーク流量出現の状況を比較してみると、同じ河川でも降雨の状況により約 2 倍の比流量が増加するなど、変動が大きいことが分かった。さらに、無降雨期の比流量を比較してみると、試験流の水文地質を反映し、それぞれ 0～3mm/m²/日と流域特性を示し、比流量に幅があることが認められた。

Bh. 水生生物調査

付着藻類、底生動物ともに各試験流域での補完調査を行った。付着藻類については、ヌタノ沢の春季、夏季、底生動物については、大洞沢の秋季、貝沢の秋季、初冬期、フチヅリ沢の春季、夏季である。ヌタノ沢の付着藻類調査では、総細胞数のばらつきが大きく、地点や季節による傾向は明瞭でなかった。また、底生動物調査は、平成 25 年度で 4 か所の試験流域の四季の調査が完了したことから、目録データを元に試験流域ごとの生息種の類似性等の解析を行った。その結果、試験流域のうち狩川水系の多様性が高く特にフチヅリ沢の多様性が最も高かった。試験流域間の比較では、地理的な距離に応じて大洞沢と貝沢、フチヅリ沢とクラミ沢でそれぞれ類似性がみられた。また、ヌタノ沢の A 沢と B 沢の違いは大きく、大洞沢と貝沢のグループ、フチヅリ沢とクラミ沢のグループのグループ間の違いよりも大きかった。

Bi. 水循環モデル

これまで地形的分水界に基づき計算領域を設定してきたが、解析精度を向上させるためにより広範囲な地質を配慮する必要があることが分かったため、本年度はヌタノ沢および大洞沢を対象に計算領域を拡張した。その結果、境界条件に干渉されず、例えば自由地下水位は試験流域内でスムーズなコンターが描けた。

相模湖上流域モデルを用いて事業効果予測（強間伐、弱間伐及び放置の 3 ケース）の試計算を実施した。その結果、放置に比べ、強間伐、弱間伐シナリオは、いずれも顕著な流況改善が見られた。

宮ヶ瀬湖上流域モデルについて、水理パラメータの感度解析を行った。森林の林床状態に関連する表層土壌及び風化帯の透水係数、有効間隙率、森林の粗度係数に着目し、初期設定値に対する応答感度を解析した。その結果、表層土壌の透水係数は他のパラメータに比較して解析結果へ与える影響が大きく、流出量でみると約 410 ～ 740 m³/年の相違として現れた。

Bj. 降水量・蒸発散量の推定手法検討

丹沢山地の水循環を考える場合、降雨量や蒸発散量の精度は河川流量のシミュレーションの精度に係わる重要な要素である。今年度は、2010 年を対象に解析雨量（気象庁）や気象モデルを用いて降雨量や蒸発散量を推定し、より精度の高い降雨量や蒸発散量の推定方法を検討した。

大洞沢やアメダス局での降雨量の観測値を解析雨量と比較した結果、アメダス局と解析雨量との関係は良好であった。大洞沢と解析雨量とは若干ばらつきはあったが、解析雨量は降雨量の欠測の補完や広域エリアの水循環モデルへの入力データとして活用できると考えられた。

大洞沢での降雨量の観測値と気象モデルの降雨量とを比較した結果、降雨が大きいところで差が認められた。これは、気象モデルが推定した積雲系の降雨の精度に課題があるためと考えられた。

最近米国で開発された地表面過程モデル Noah-MP を用いて、大洞沢の蒸発散量の推定を行った。Noah-MP による蒸発散量は 982.8 mm/年であり、気温と降水量を用いた統計モデル (Komatsu et al.,2012)の 960 mm/年と同様な結果となった。

Bk. 水源施策の総合評価のための情報整備

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、それらデータを関係所属に提供した。また、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、日常業務の中で当センター職員への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みるために、林相と整備履歴の異なる小仏山地の27林分で植物と昆虫類、鳥類、哺乳類を調べた。結果の概要は下記のとおりである。

Ca. 植物

小仏地域において、整備が林床植物や更新木に与える影響について調査した。立木本数や立木種数の調査から、整備時の除伐によって立木は減り、整備後の時間経過で回復すると考えられた。林床植生の種数は、未整備、整備後3年以内、整備後4～7年の順に多い傾向があったことから、林床植生は、整備によって豊かになる可能性が示された。林相と整備状況の組み合わせごとに、出現する種は異なっており、さまざまな林相および整備状況の林分が存在することで、地域の林床植物の種数は高く維持されていると考えられた。更新木の調査より、整備によって、鳥散布の先駆種の定着が促進されることが明らかになった。

Cb. 昆虫

小仏地域の林相及び施業時期の異なる27林分においてピットフォールトラップ（落とし穴）調査を行い、捕獲される地表性昆虫の違いを予備的に調査した。全地点で5綱16目32科703個体の地表性昆虫等の節足動物が捕獲された。今回は気温の低い11月調査であり、捕獲個体数が少なく十分な群集構造の解析は行えなかったが、捕獲される種や捕獲数の多い種が把握され、トビムシ目、バッタ目、オサムシ科、センチコガネ科、アリ科などにおいては種によって林相や施業時期により捕獲数が異なる可能性があることが分かった。

Cc. 鳥類

小仏地域において、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、冬季のデータを用いて予察的に解析した。その結果、スギ林・ヒノキ林・広葉樹林いずれにおいても、施業後4～7年のプロットで多様性指数 (H') が高くなることが示唆された。また、下層植生が多いプロットには、草本層・低木層を利用する個体や地上採餌型鳥類の個体が多いことが

示唆された。

Cd. 哺乳類

小仏地域において、間伐等の施業やその後の林内環境変化と生息する動物相との関係を調べることを目的に、センサーカメラによる中・大型哺乳類調査とシャーマントラップによる小型哺乳類調査を行った。センサーカメラ撮影頻度の高い上位3種はタヌキが417回、ニホンザルが377回、イノシシが183回であった。ニホンザル、イノシシ、ニホンノウサギでは林相や施業時期と撮影頻度が関係する可能性があることが分かった。シャーマントラップでは3地点で3個体のヒメネズミが捕獲され、このうち1個体は一度捕獲して標識・野放後に約41m離れた地点で再捕獲された。今回の捕獲数は一般的なシャーマントラップ調査と比べて非常に少なく、調査時の気温低下や堅果類の豊作などが小型哺乳類の活動・誘引を妨げた可能性がある。

D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化

Da. 花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発

無花粉スギによる閉鎖系採種園の種子による苗が、無花粉スギの発現率の期待値を大きく下回っているため、その原因究明のため、無花粉スギの検定試験、父親実生苗による無花粉スギ検定試験、人工交配との比較による閉鎖系採種園の評価を実施した。無花粉検定により、閉鎖系採種園の無花粉率低下の原因は、父親として導入した無花粉ヘテロ個体の誤りであることを解明し、閉鎖系採種園導入クローンの改善を行った。また遺伝子解析により、父親の交配家系の誤りが確認された。閉鎖系採種園の無花粉の発現向上のため、閉鎖系採種園に複数の無花粉遺伝子を持った個体の導入を図るため育成を行い、2つの雄性不稔遺伝子 (*ms-1*, *ms-2*) の2つの無花粉遺伝子をヘテロで持った個体 (*AaBb*) を選抜した。閉鎖系温室内の高温高湿により花粉飛散に影響があると認められたことから、施設の設定時期の改善及び早期の施設開放をはかったところ、野外との花粉飛散時期のズレが確認されるとともに種子生産量も向上した (2013年 550g)。

Db. 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。2013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、24点となり、少なかった一昨年 (H23) の20.7点は上回るものの、昨年 (H24) の66点を大きく下回り大幅に減少したことから、花粉飛散の減少が予想された。

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3月に実施した。調査地点ごとの12月と3月の値の相関係数は0.92となり、十分高い相関関係がある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0.52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No32の林分の値を外すと相関係数が0.73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0.26となり有意ではなかった。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り、今後検討を要する。予測として重要となる12月の調査結果が雄花量と一定の関係が得られたことから、12月の調査結果による予測の妥当性を示唆した。

Dc. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究

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ヒノキ林でトラップ調査したところ、雄花着花量の年次変動は、2013年は15,935個と2012年の1,288個を大きく上回ったが、最大の一昨年を下回った。これまで認められてきた林齢の違いによる差は認められなかった。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年から継続している雄花の着花指数と種子生産量は2013年の自然着花の指数平均は2.23と昨年に続きやや豊作となった。また無花粉ヒノキ探索試験を行い、雄花だけでなく雌花も不稔である両性不稔ヒノキを選抜した。所内スギ林分での花粉飛散量は、豊作の前年に対し9,422個/cm²となり前年値を大きく下回った。一方、ヒノキは4,903個/cm²となり前年値と大差なくヒノキの割合が高くなった。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. シカ森林管理一体的推進手法の開発

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7地域に計21調査区を設定し、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。

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いないものの、1地域の2調査区では前年度よりも植被率が10%以上高くなり、樹高も10cm以上高くなっていた。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

Ba. 省力的・効果的モニタリング方法の検討

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。シカの出現頻度が高くなる時期は、高標高の丹沢山では6～7月と11～12月の二山型、水源林の寄沢と鷲ヶ沢では11～12月の一山型となる傾向があることが分かった。あわせて寄沢で12月に実施した糞粒法では寄沢右岸で135頭/km²ときわめて高密度が推定され、全域ではおよそ30～50頭/の高密度の状態が7年間ほぼ横ばいで推移した。

Bb. 植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発

急峻でアクセスの悪い山岳地の過密化地区における効率的なシカ捕獲技術開発を目的に、現地に多数設置された植生保護柵を囲いわなとして利用したシカ捕獲試験を実施した。2013年4月の試験では4月25日18時頃に3頭が誘引され、わな内への侵入を確認後に遠隔操作によりゲートを閉鎖して行動を観察後、1頭には逃げられたが2頭を捕獲した。2013年12月の試験では二晩待機したが誘引されず、餌まきスケジュールの作成が課題として挙げられた。

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地点の植生保護柵内外で植生状態を追跡調査した。

柵内外の比較から、植被率は柵内で高く、出現種数、ササ稈長、更新木の最大高ともに柵内で上回る傾向があった。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。時点間の比較から、柵外で顕著に植生が回復したと判断される地点はなかった。

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 A. 大気およびブナハバチのモニタリングと再生技術開発
Aa. ブナ林の大気環境解析
- (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・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、丹沢地域における大気環境調査・研究を行って来ている。今年度（平成 25 年度）は、昨年度より行っている丹沢山、檜洞丸、鍋割山、菰釣山の 4 地点でのオゾン測定や気象観測のデータ解析を行う。また、モデルを活用して葉の気孔からのオゾンの取込み量の推定やオゾン測定手法の検討を行う。なお、解析は、愛媛大学農学部へ委託して行った。

(6) 研究方法

① 丹沢山地におけるオゾンと気象データの解析

丹沢山地における気象観測値とオゾン濃度を用い、オゾン濃度と風向風速との関係や他の山岳地域でのオゾン濃度比較を行い、丹沢山地のオゾンの特徴を解析した。解析で用いたデータは、犬越路に加え、2012 年度 4 月より測定が開始された丹沢山、檜洞丸、鍋割山、菰釣山の計 5 地点の測定結果である。（なお、鍋割山、菰釣山は気象観測のみ実施している。）また、近隣平野部の大気汚染常時監視測定値、バックグラウンドとして遠隔地にある国設酸性雨局の測定値も用いた。

月平均オゾン濃度

丹沢山地ではオゾン濃度は春に最大、夏に最小となっており、この傾向は他地域の山岳でもみられた。しかし、地域により異なる部分もあり、春から夏にかけての濃度の下がり幅は丹沢山地よりも北に位置する赤城、八方尾根では小さく、逆に太平洋に近い栲原では大きかった(図 1)。平均オゾン濃度は年間を通じ夏が最も低かったが、濃度変動は大きく、夏の最大値は春の最大値と同程度であった。

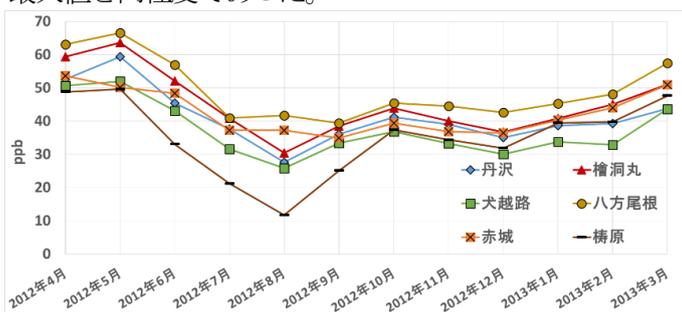


図 1 2012 年度オゾンの月平均値

オゾン濃度の時刻変化

丹沢山地では平野部と同様に朝に最小、昼に最大となる変化を示したが、夜から朝にかけて夜間の減少は小さく、標高の高い地点ほど日変化は小さい。また、平野部と比べ最大、最小をとる時間に遅れがみられ、山では移流の影響を大きく受けて濃度変動しているためであると考えられた(図 2)。また、夏は夜間に日最大になることも多く、8 月の夜間に日最大値が 50ppb 以上となった日数は 11 回であった (図 3)。

風向の地点間比較

近い地点間でも地形の影響により異なる風向を観測している(図4、表1)。

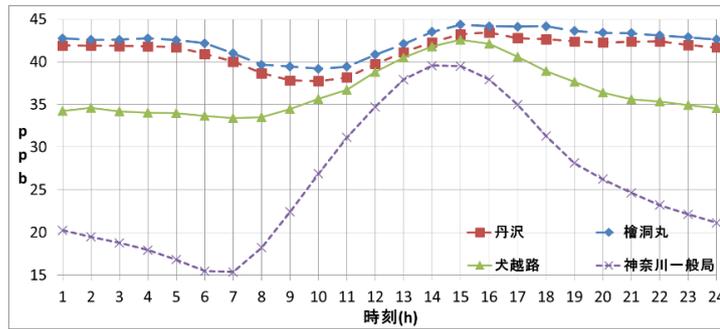


図2 2012年度神奈川県丹沢山地と神奈川一般局平均のオゾン日変化

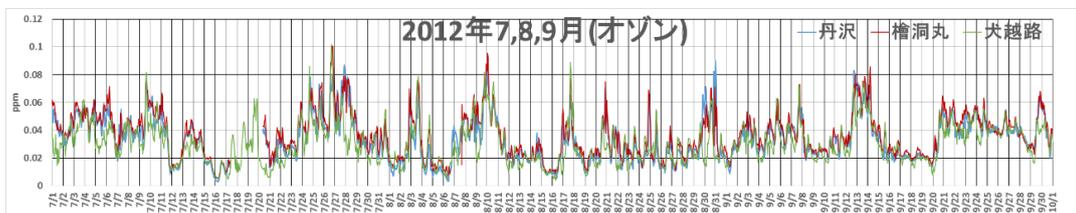


図3 2012年度神奈川県丹沢山地3地点夏のオゾン一時間値

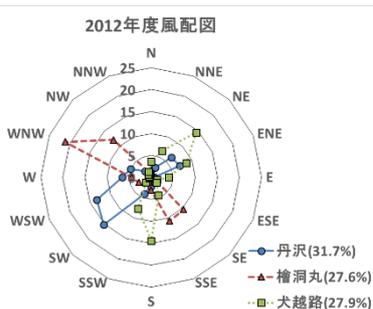


図4 風配図(括弧の数字はCALM)

表1 2012年度丹沢山地の風向のまとめ

	主風向	風向月変化	風向日変化
丹沢山	南西と北東	夏:北東、冬:南西風	変化なし
檜洞丸	北西と南東	夏:南東、冬:北西	変化なし
犬越路	南と北東	変化なし	昼間:南、夜:北東
鍋割山	南と北西	変化なし	昼間:南、夜:北西
菰釣山	南と北	6,9,10月に北風増加	昼に南増加

風向別平均オゾン濃度

犬越路、丹沢山、檜洞丸の3地点とも春、秋、冬では全風向で濃度が同程度であった。これはオゾンの濃度変動が小さいため差がみられなかったと考えられる。夏については、丹沢山、檜洞丸では北寄りの風るとき濃度が高く、犬越路では南寄りの風るとき濃度が高かった(図5)。犬越路では丹沢山、檜洞丸と比較し日変化があり、オゾン濃度は昼間高く、夜間は低くなる傾向を示した。また、風向も昼間に南、夜間に北東が多く出現した。

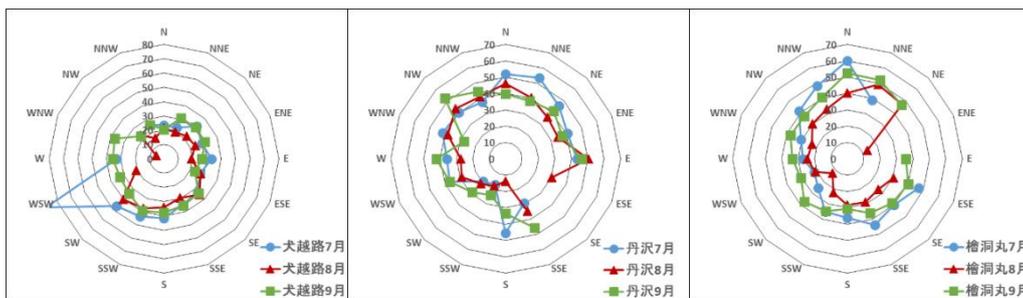


図5 2012年度神奈川県丹沢山地3地点の夏の風向別平均オゾン濃度

② オゾンの取込み量に関する研究

丹沢山地全域における樹木へのオゾンのリスクマップを作成することを目的とした。丹沢山地のオゾン濃度は、数値モデル（気象モデルと大気質モデル）を用いて算出し、気孔からのオゾンの取り込み量（ POD_y : accumulated Phytotoxic Ozone Dose, $y = a \text{ threshold}$ ）は気孔コンダクタンスを用いて推定した。計算期間は開葉から落葉までを含む7ヶ月間（2010年4月1日から2010年10月31日）とした。気孔コンダクタンスの推定式や気孔パラメータは、UNECE (2010) を参考にした。

丹沢山地の犬越路局で実測されたオゾン濃度、温度、湿度から求めた POD_1 (26.2 mmol/m^2) とモデルから求めた POD_1 (27.7 mmol/m^2) とを比較した結果、ほぼ同程度の値が得られ、モデルに適用可能性があることが示された（図6）。 POD_1 の水平分布から、丹沢山地全域で POD_1 のクリティカルレベル $4 \text{ mmol/m}^2/\text{year}$ (UNECE, 2010) を大きく超えており、これは首都圏からのオゾン生成の前駆物質の排出の影響であると考えられる。

夏季にオゾンフラックスが低下するのは、オゾン濃度の低下と飽差や日射量の気孔パラメータ値の減少により、気孔が閉じる傾向にあったためと解釈される。また、気孔の開口に好適な温度および湿度条件により、標高が高いほど POD_1 が大きくなり、標高の高いところに生育しているブナには大きいリスクとなっている（図7、8）。

AOT40 についても、同様に丹沢山地全域でクリティカルレベルを超えているが、AOT40 による評価に比べオゾンフラックス F_{st} が時間値で推定され、詳細にオゾンによる影響を考察することができる。

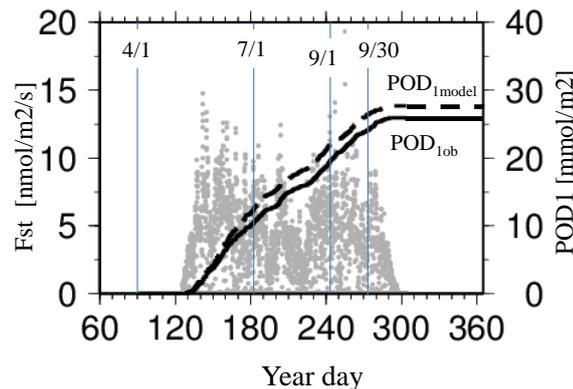


図6 気孔フラックス (F_{st}) とオゾンの取込み量 (POD_1)

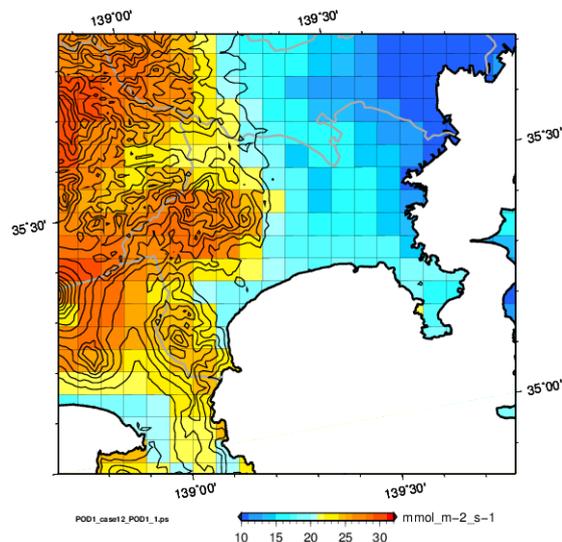


図7 オゾンの取込み量 (POD_1) の分布

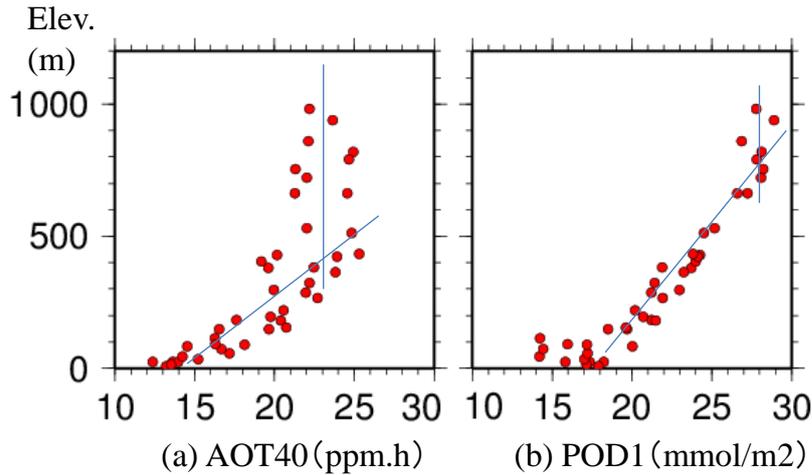


図8 AOT40 とオゾンの取込み量 (POD₁) の鉛直分布

③ 山地オゾン濃度観測手法の検討

山地において、現状よりも空間的に高密度なオゾン濃度分布測定が望まれるが、従来の紫外吸光式の測定器は高コストかつ消費電力が大きいため、十分な密度での測定は困難であった。ここでは、代替測定法を検討した。

検討した機器は、半導体式センサー2種 (FIS 社モジュール、Aeroqual 社 S500)、オゾンゾンデ用 ECC センサー、小型紫外吸光式測定器 (2B Technologies) の4機種である。これらは、いずれも乾電池レベルの電圧で動作するものである。

小型 UV 式オゾン計 (2B technologies model 202) は、応答が速く (20 秒)、信頼性も高く (精度 1.5ppb) ととても有用である (写真1)。オゾンゾンデ用 ECC センサーは、無線通信を介さないデータ取得システムを開発し、予備試験を開始した。Aeroqual 社 S500 は、気温・湿度の影響を受けるが、補正することによって紫外吸光式との差異は±5 ppb に収めることができた。松山市淡路が峠 (標高 275 m) において、オゾン濃度の高度依存性の調査に使用し、大気安定度とオゾン濃度分布の関係について検討した。平地において、オゾンゾンデ用 ECC センサーとほぼ同様な結果を得ている。FIS 社モジュールは、測定値が紫外吸光式と大きく異なり、個体差が大きく、個体差が日によって異なり、低濃度に応答しない、など問題が多い。

現時点で総合的に有用性を評価すると、小型 UV > ECC センサー > Aeroqual 半導体 >> FIS 半導体 の順になる。



写真1 小型 UV 式オゾン計の外観 (2B technologies model 202)

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (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説明
Ab. 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について、枝の木部構造を解剖学的視点から明らかにするとともにその水分通導能力を詳細に調査した。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) 研究方法

檜洞丸 (標高 1,601m) の標高 1,600m 付近北側斜面の健全な 3 個体 (衰退度 1)、1,600m 山頂付近の健全な 3 個体 (衰退度 1)、部分的に枝葉の減少した 3 個体 (衰退度 2)、枝葉の減少が目立つ 4 個体 (衰退度 3 と 4)、1,200m 付近の健全な 3 個体 (衰退度 1) を供試木とした (表 1)。

調査は、夏期に①日中の葉の水ポテンシャル測定 (プレッシャーチャンバー法)、②枝の木部水分通導組織のキャビテーション感受性 (空気注入法)、③木部の解剖学的観察 (図 1) を行った。

(7) 結果の概要

①日中の葉の水ポテンシャルの測定 (プレッシャーチャンバー法)

日中の葉の水ポテンシャルの 3 年間の最低値を比較したところ、檜洞丸の標高 1,600m では衰退した個体の葉に顕著な水ストレス症状が発生することが分かった。

②枝の木部水分通導組織のキャビテーション感受性 (空気注入法)

枝のキャビテーション感受性 (P50 値: 水分通導消失率 50% 時の木部圧ポテンシャル) を比較したところ、標高 1,600m では衰退木・健全木とも枝にキャビテーションを起こしやすいことが分かった。

③木部の解剖学的観察

顕微鏡で道管組織を観察したところ、標高 1,600m の衰退木の枝では小径の道管が高密度で分布するが、水分通導域 (道管面積の割合) や通水効率 (機能している道管の割合) には差がなかった。一方、標高 1,600m では衰退した個体の道管径が小さく、理論水分通導度も小さく、水分通導能力が低いことが分かった。

(8) 今後の課題

水ストレスの症状は把握されたので、その原因について、オゾンやブナハバチとの複合影響を含めて検討する必要がある。

(9) 成果の公表

なし

表 1 供試木の樹高および胸高直径

生育地	個体番号	樹高(m)	胸高直径(cm)	衰退度			
				2013年	2012年	2011年	
檜洞丸標高1,600m (北側斜面)	健全	111	11.4	34.5	1	1	1
		112	19.7	69.5	1	1	1
		114	8.0	26.5	1	1	1
檜洞丸標高1,600m (山頂付近)	健全	A18	24.5	53.0	1	1	1
		A44	17.8	52.0	1	1	1
		H593	18.5	52.8	1	1	1
	衰弱	A22	18.2	78.5	2	2	2
		148	15.4	68.6	2	2	2
		193	16.7	70.1	2	2	2
		A50	17.7	34.5	3	3	3
		146	12.7	49.0	枯死	3	3
A14	14.8	34.0		枯死	4		
147	11.9	52.8		枯死	4		
檜洞丸標高1,200m	健全	134	25.8	53.7	1	1	1
		572	25.1	51.5	1	1	1
		D447	22.9	45.0	1	1	1

衰退度は以下の5ランクに区分した。0:健全な樹形をしている, 1:枝葉の減少がわずかに見られる, 2:枝葉の減少が部分的に見られる(葉量25%~50%), 3:枝葉の減少が目立つ(葉量25%以下), 4:枯死寸前

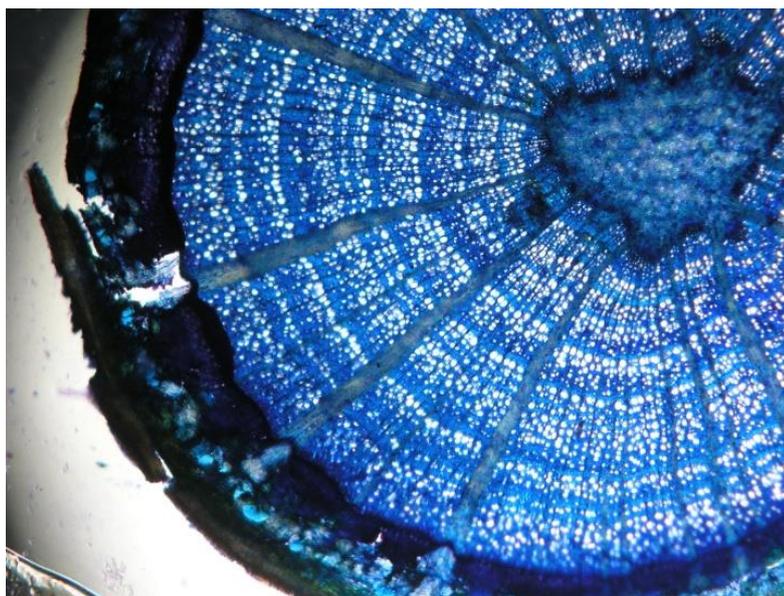


図 1 染色済みブナ枝断面の顕微鏡写真

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (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
Ac. 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）。昨年度までの水ストレスに関する調査から、ブナ衰退地のひとつである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、水欠差が高い状況が認められており、水ストレス状況下にある具体的な知見がとらえられてきている。どのようにして水ストレスが生じ、ブナを衰退させ枯死にまで至らせる機構の解明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。

今年度は、従来から継続している樹液流調査に加えて個体の水分の連続計測を試み、個体レベルでの蒸散に伴う水分動態と環境との関係について検討した。

(6) 研究方法

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。計測は 2013 年 5 月 23 日から 9 月 30 日までの期間で実施したが、そのうち 1 個体（No. 2）については、小動物によると推察される計測ケーブルの切断トラブル等もあったため今回、計測データが満足に得られた 2 個体について、環境計測の結果とともに比較検討した。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 社製のシータプローブ ML2x を用いて計測し、時間値とした。

(7) 結果の概要

調査期間中の樹液流は昼間に上昇し、夜間に低下する典型的な日変化を示した。一方、水分計は小さな日変動は認められるものの、これを上回る計測値の変動が 7 月 14 日および 8 月 17 日前後に認められた（図 1）。とりわけ、この傾向が顕著であった 7 月 5 から 7 月 22 日までの期間について、水分計が低下傾向にある 7 月 5 日から 7 月 13 日（低下期間）までと、回復傾向にある 7 月 14 日から 7 月 22 日（回復期間）とに区分して、樹液流と環境状況を比較検討した。

その結果、低下期間は回復期間に比較して、平均の樹液流が高いことから低下期間は蒸散がより活発になることがわかった。また、環境状況については、低下期間は平均風速が高く無風時が少ないことに加え、気温が高く湿度が低いことから大気飽差も高くなっており、蒸散がより促される状況下にあることがわかった。しかし、雨量については低下期間が多く、日射量については違いがみとめられなかった（表 2）。

(8) 今後の課題

2013 年度はブナハバチの食害が大きかったこともあり、今後のとも樹液流、水分の計測を継続し、食害との関係についても検討していく。

(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

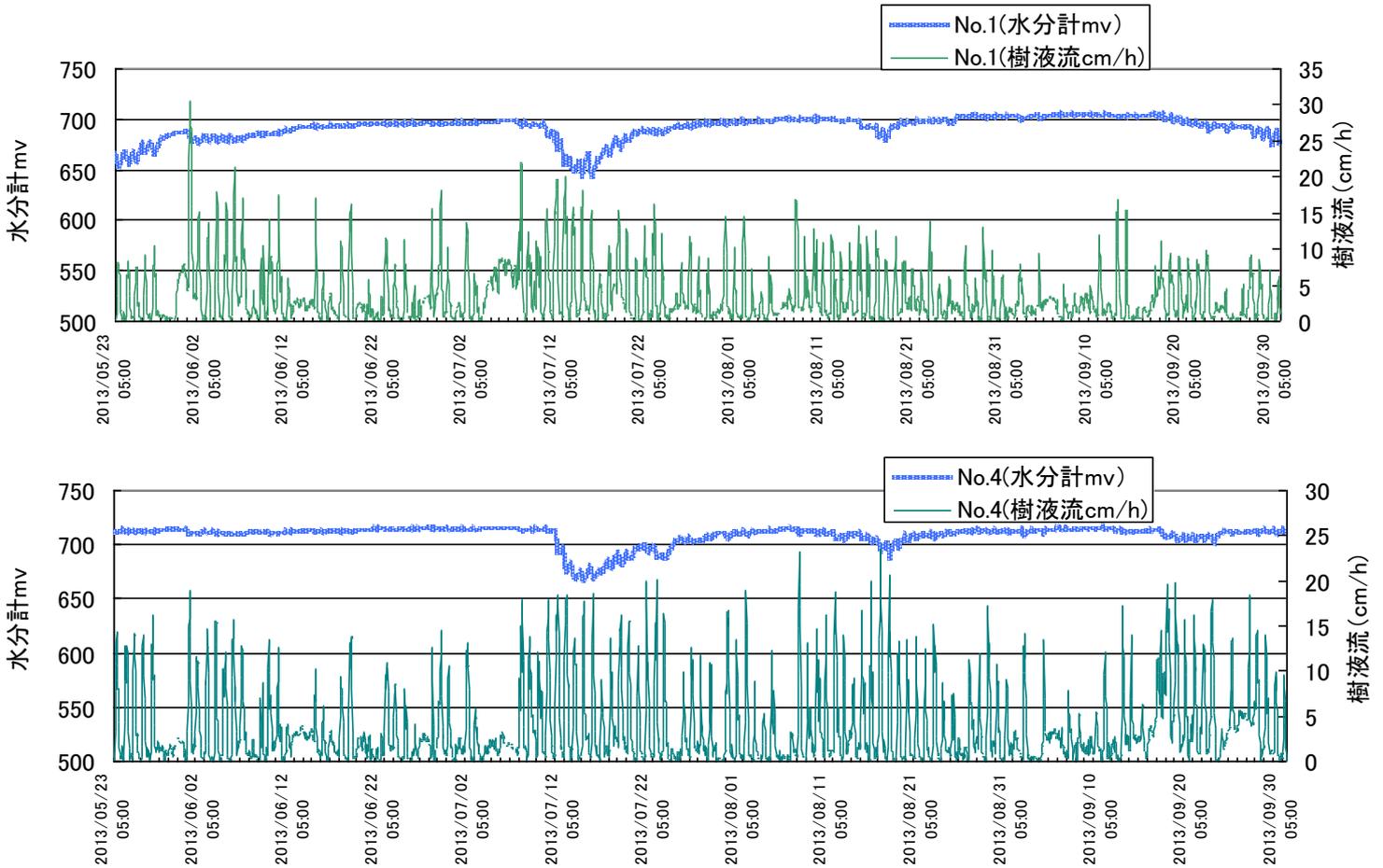


図 樹液流と水分計の連続測定結果

表2 水分計の低下期間と回復期間による樹液流と環境状況の比較

水分計	期間	No.1(樹液流cm/h)	No.4(樹液流cm/h)	平均風速	無風時(%)	平均気温(°C)	平均湿度(%)	平均大気飽差(hPa)	雨量合計(mm)	平均日射量(Kw/m ²)
低下期間	7/5-7/13	6.98	5.16	1.6	27.3	20.5	83.4	4.45	18.5	0.16
回復期間	7/14-7/22	4.38	4.86	0.9	40.3	17.3	87.8	2.74	11.5	0.16

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 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説明
Ad. ブナ林のストレス診断調査
- (2) 研究期間 平成 19～24 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 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25年度は、ブナハバチ影響のため、ブナハバチによる被食量と発現遺伝子との関係解析、H24年度データの環境影響評価に関する再解析、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）で行った。

(6) 研究方法

丹沢山地檜洞丸の山頂周辺（標高 1500m～1600m）と標高 1200m 付近に生育するブナのうち、衰退が見られる個体 4 個体および健全 4 個体を用いた。個体サイズは、樹高が 10.7～24.5 m で、胸高直径が 38.9～65.0 cm であった。いずれの個体も林冠を構成する成木であった。

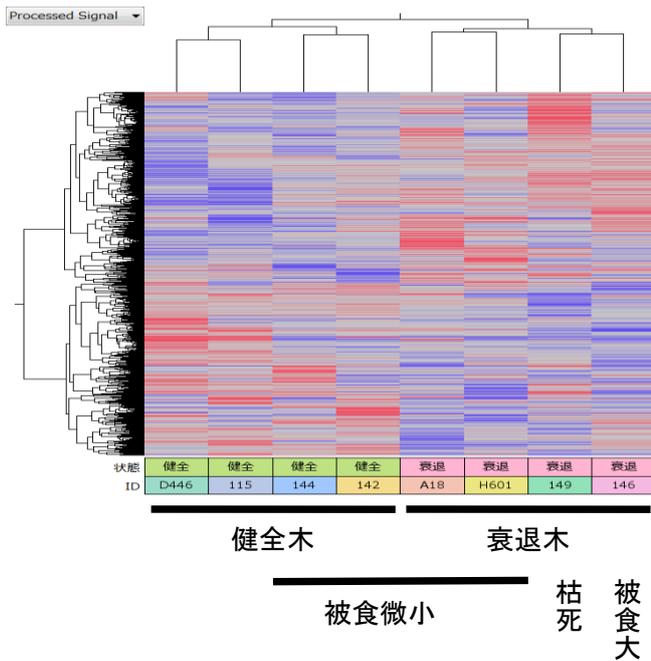
発現遺伝子の解析は、mRNA 量によって評価した。葉の全 RNA 抽出は個葉 3 枚をまとめて粉砕して改良 cTAB 法で行った。抽出した全 RNA の品質はバイオアナライザーで調べた。ゲノム網羅的に遺伝子の発現量を解析するために、DNA マイクロアレイ法で各遺伝子の mRNA 量を定量した。環境ストレス評価の方法は、ブナ・ゲノムの先行研究で選抜された環境ストレス指標遺伝子による評価基準に基づいて行った。

個体ごとの発現遺伝子の塩基配列決定は、丹沢の環境ストレス耐性遺伝子の探索に向けて、発現遺伝子の網羅的な塩基配列決定を、次世代シーケンサーを用いて個体ごとに行った。

(7) 結果の概要

① ブナハバチによる被食量と発現遺伝子との関係解析

全遺伝子を対象にした発現プロファイルのクラスター分析結果と被食量の関係を図-1 に示す。健全木と衰退木では異なるクレードに分かれ、樹勢が発現遺伝子に影響を与えていると考えられた。さらに、被食が甚大であった個体は微小であった個体と異なるクレードに分かれたため、被食とブナ葉の発現遺伝子には何らかの関係が示唆された。ただし、枯死個体が出現した影響もあって個体数が 1 個体であり、統計的な限界もあり、被食と発現遺伝子との詳細な関係は解析できなかった。



図ー 1 全遺伝子の発現プロファイルのクラスター分析とブナハバチによる被食の被害量との対応関係

②環境影響評価

H24 年度データの環境影響評価に関する再解析として主成分分析を行った。第 1 主成分は酸化の影響に関わる評価軸で、負の値が大きいほど酸化の影響が大きい。丹沢 8 個体の第 1 主成分 (PC1) に対するスコアは -5.8 ~ -24.1 で負の値を示し、衰退木のスコアは -21 ± 1.2 (SE) で健全木の -12.2 ± 4.5 に比べて有意に小さかった (t -test, $p = 0.014$)。丹沢ブナ林 8 個体の第 1 主成分に対するスコアを富士山ブナ林ならびに黒松内ブナ林の結果と比較してみると、全体として負の値が大きい傾向があり、特に衰退個体は顕著に負の値が大きかった。丹沢山系檜洞丸山頂付近のブナ林は、葉に酸化の影響を受けており、特に衰退木では健全木に比べて酸化の影響が大きいことが示された。そこで、供試木と対応して観測された同年 7 月のオゾン濃度 (パッシブサンプラー法) と第 1 主成分のスコアとの関係を解析したところ (図ー 2)、有意な負の相関が認められた (Pearson's $r = -0.763$, $p < 0.046$)。さらに同様に比較可能な富士山ブナ林の 1 個体の結果を加えて解析したところ相関関係は大きくなり有意性が高まった (Pearson's $r = -0.843$, $p = 0.009$)。このことから、第 1 主成分は酸化影響の評価軸として丹沢ブナ林に利用できることが検証された。

第 2 主成分は高温の影響に関わる評価軸で、負の値が大きいほど高温の影響が大きいことを意味するが、スコアは -19.0 ~ -13.4 で負の値を示し、衰退木のスコアは -17.2 ± 1.0 (SE) で健全木の -14.9 ± 0.7 に比べてスコアが小さい傾向を示した (t -test, $p = 0.10$)。最寄りの気象観測ステーション (檜洞丸山頂近く海拔 1540m) の気温の経時変動データから供試葉の気温前歴を調べたところ、開葉から調査日までの最高気温が 22°C で、高温の影響が考えられるほどの気温上昇は認められず、第 2 主成分スコアが負の値を示した理由として疑似性の問題の他、低温の影響が考えられた。

第 3 主成分は土壌乾燥の影響に関わる評価軸で、正の値が大きいほど土壌乾燥の影響が大きい。PC3 に対するスコアは 3.1 ~ 9.8 で正の値を示し、衰退木のスコアは 6.8 ± 1.2 (SE) で健全木の 5.0 ± 1.6 に比べて有意差は認められなかった (t -test, $p = 0.4079$)。丹沢ブナ林 8 個体の第 3 主成分に対するスコアを富士山ブナ林ならびに黒松内ブナ林の健全個体の結果と比較してみると変動の範囲に収まっており、丹沢で特徴的な値は示さなかった。しかし丹沢の全ての個体は第 3 主成分スコアが正の値を示したため土壌乾燥の影響を受けていたと考えられる。そこで、サンプル採取日の同日に測定された夜明け前の葉の水ポテンシャルならびに日中の採取時の水ポテンシャルの大きさと第 3 主成分のスコアとの関係を検討したところ、いずれも有意な相関が認められなかった (夜明け前 $r = 0.12$, $p > 0.1$; 日中 $r = -0.07$, $p > 0.1$)。したがって、第 3 主成分のスコアは、丹沢ブナ林の葉の乾燥影響の評価軸として適合していない可能性が考えられた。

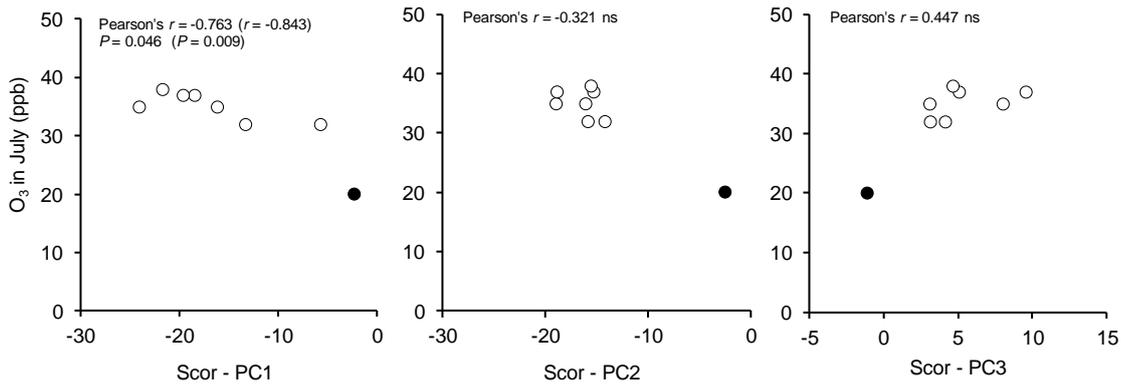


図-2 オゾン濃度と第1~3主成分スコアの関係

(○は丹沢ブナ林の供試個体、●は富士山ブナ林の個体；カッコで示された統計解析は富士山ブナのデータも含めた結果)

③個体ごとの発現遺伝子の塩基配列決定

塩基配列解読で得られたデータ量および品質を表に示した。各個体ともに合計 2 Gb 以上の塩基配列を決定することができ、遺伝子の発現領域の一塩基多型に基づく個体間の遺伝変異の解析が行える基盤情報を取得できた (表)。

No.	RNA-ID	個体番号	断片数 ^(*) ($\times 10^5$)	塩基数 ^(*) ($\times 10^5$)	Q20 (%)	GC (%)
1	Fc-R07	D446	37.3	3.354	96.6	44.7
2	Fc-R08	115	43.1	3.882	96.6	44.9
3	Fc-R09	144	40.0	3.597	96.6	44.9
4	Fc-R10	142	37.8	3.402	96.6	44.9
5	Fc-R11	A18	39.8	3.582	98.4	45.1
6	Fc-R12	H601	33.3	2.994	98.4	45.2
7	Fc-R13	149	35.2	3.165	98.4	44.9
8	Fc-R14	146	34.9	3.142	98.4	45.1
9	Fc-R43-2	141	25.5	2.299	99.0	45.4
10	Fc-R46-2	148	25.5	2.299	99.0	45.7

*: 品質確認済み

(8) 今後の課題

ゲノム網羅的発現遺伝子による環境影響評価の結果、丹沢山系檜洞丸のブナ林は酸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。この評価結果は、先行研究における衰退原因のオゾン説を支持する結果であった。さらに、衰退プロセスには温度要因が関与している可能性が示唆された。これまで衰退プロセスにおいて温度要因の関与は考えられてこなかったため、新たな衰退要因を提起することになった。他方、ブナ林衰退における土壌乾燥の影響については認められず、衰退の乾燥説については支持されなかった。今回の結果は、衰退木、健全木とも4個体の結果であり、今後個体数を増やして件とする必要がある。

(9) 成果の公表

齋藤秀之・神村章子・瀬々潤・齋藤央嗣・谷脇徹・清水(稲継)理恵・清水健太郎(2014)ゲノム網羅的な発現遺伝子によるブナ葉の環境影響評価—丹沢ブナ林の事例から—、日本森林学会第115回大会(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) 課題名 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
Ae. 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：丹沢大山保全再生対策／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) 研究方法

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。

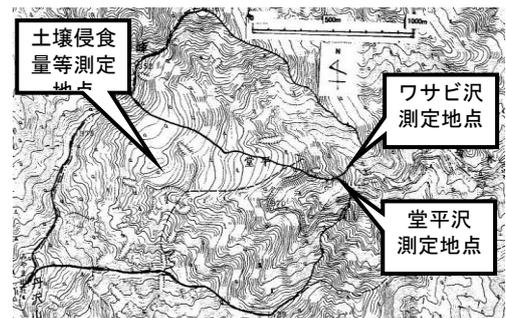


図1 測定地点位置図

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、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。対照区として無施工地に設置された5m×2mの調査枠、計13箇所についても同様に測定した。また、近傍の土壤侵食量実態調査プロットにて林内雨量を3箇所、当該土壤保全対策工の施工エリア内で林内雨量と照度計測を21箇所、林外雨量を近傍の崩壊地に2箇所においていずれも2013年4月～12月にかけて10分間隔で連続測定した。各対策工において天空写真および林床被覆状況を月1回の頻度で撮影し、樹冠開空度および林床合計被覆率をそれぞれ算出した。現地にて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。

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するために、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、2013年4月から12月まで、河川流量、溪流の浮遊土砂量・浮遊土砂濃度、溪流・地表流・降雨・樹幹流のEC（電気伝導度）、樹冠通過雨量（降雨

量)、斜面土壌侵食量、植生被覆率、地表流量の測定を行った。得られたデータから、降雨量とプロットの長さ別の地表流流出実態、降雨時の降雨—地表流—溪流の一連の過程における流量・濁度・ECの関係、土壌侵食量と溪流の浮遊土砂量の季節変化および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 対策工の効果検証モニタリング

東丹沢堂平地区の7～8年経過した先行事業地のモニタリングを継続して対策工の効果を検証し、各対策工の特性を再評価した(表1)。平成25年度は、平年並みの降水量であり、土壌侵食量も全般的には平年並みであった。急勾配のプロットが多いB群では、降水量が多く土壌侵食量も急激に増加した平成23年度に比べて、平成24年度以降の対策工施工地の土壌侵食量は少なかった。(図1、2)。

ほとんどの対策工で設置後4～5年で林床合計被覆率(林床植生とリターの合計の被覆率)が95～100%になったが、その後平成22～25年度の林床合計被覆率の季節変動とその経年変化をみたところ、林床合計被覆率は100%近い値で推移したが、夏季の被覆率の内訳のうち林床植生の占める割合が年々大きくなっていった(図3)。つまり、対策工設置によって4～5年で林床合計被覆率が100%近くに達した後は、その後も合計被覆率が維持されるだけでなく、林床植生が回復している傾向がみられた。近年、管理捕獲により堂平地区のシカの生息密度が減少していることも影響していると考えられる。

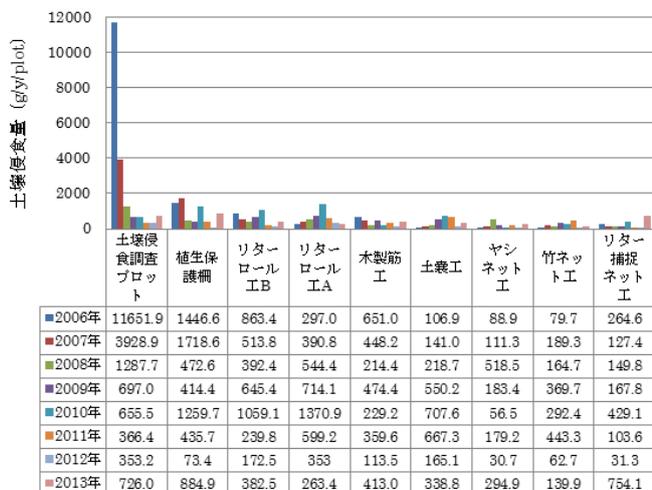


図2 H17年施工地におけるH19(2007)～H25(2013)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

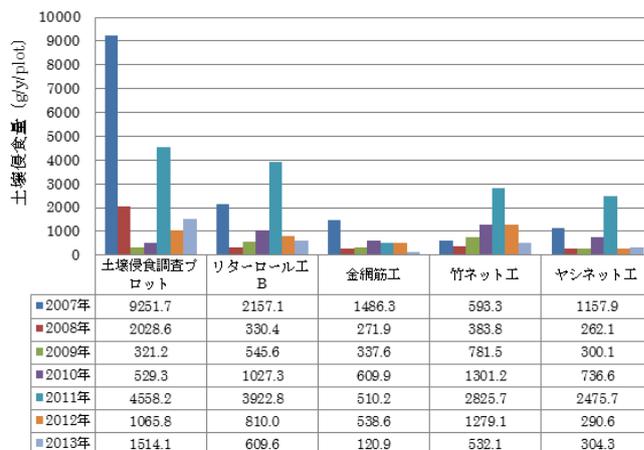


図3 H18年施工地におけるH19(2007)～H25(2013)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

表1 各対策工の土壌侵食軽減効果の特性区分

経年による効果	初年度の土壌侵食軽減効果		
	高	中	低
増加		リター捕捉ネット工 木製筋工 ヤシネット工	金網筋工 植生保護柵 リターロールB
横ばい	土嚢工		
減少	リターロールA	竹ネット	

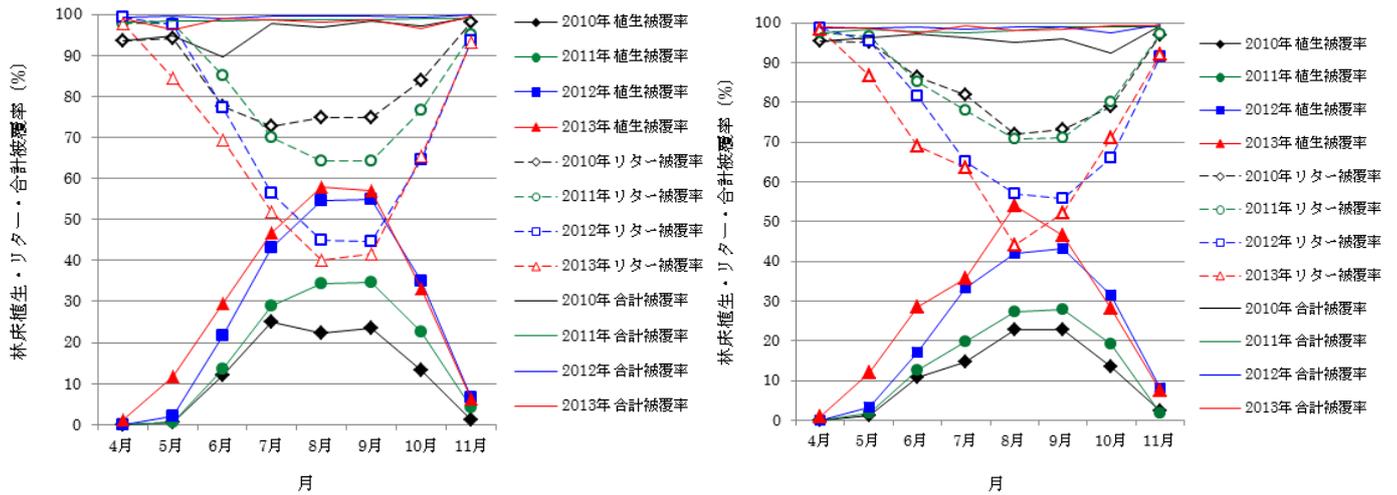


図4 平成22～25年（2010～2013年）の林床植生・リターおよび林床合計被覆率の月別変化
左：A群（H17施工）対策工 右：B群（H18施工）対策工

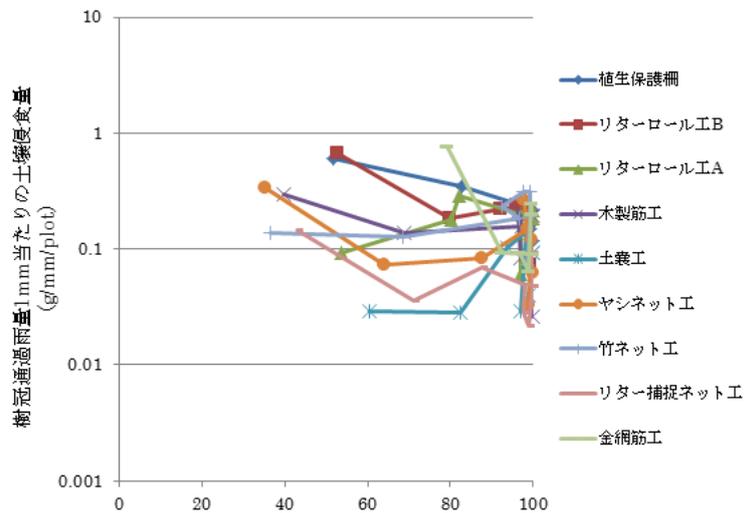


図5 すべての対策工種における施工後1年目～8年目（7年目）の樹冠通過雨量1mm当たりの土壌侵食量と林床合計被覆率

（各折線の左のプロットが1年目、その右が2年目、3年目・・・の順番）

（8年目はA群の2013年、7年目はA群の2012年とB群の2013年）

② 流域スケールの土壌保全効果モニタリング手法開発

斜面長が長いプロットほど地表流出率の減少、平均浸透能の増加、地表流の土砂濃度の増加傾向がみられた。これらの結果は、布状侵食量は測定する斜面長の長さに応じて増加するという既往の知見とも整合し、斜面長の長さが土壌侵食量に与える影響も概ね明らかになった。

平水時の渓流水のECは、降雨に由来する水のECより高かった。降雨による溪流の流量増加に伴いECは低下したが、堂平沢とワサビ沢で低下の幅に違いがあった。堂平沢では100mmの降雨の際にEC減少・濁度増加・流量増加の関係がみられたが、比較的小規模な降雨では関係性は見られなかった。

2013年の4月～11月の降雨量（2154.5mm）は2009～2012年の平均降雨量（2539mm）の4月～11月の降雨量と比較すると少なかったたにも係わらず、浮遊土砂量や濁度は全体的に増加する傾向が認められ、上流域にお

けるシカの生息密度の減少による林床合計被覆率の増加および土壌保全工の対策の効果が現れていなかった。この理由として、侵食された土砂が斜面の下部に堆積しており、これらの土砂が豪雨時に溪流に流出するために、斜面全体の土壌侵食量と溪流の濁度が直接結びつかないことも考えられる。すなわち、侵食された土砂が溪流に流出するまでにはタイムラグ（時間差）が生じる可能性がある。

表2 年別一雨雨量と最大濁度との関係における
同規模の一雨雨量に対する最大濁度の増減（年別比較）

溪流	季節	2009→2010年	2010→2011年	2011→2012年	2012→2013年	2009→2013年
ワサビ沢	春季(4-6月)	増加	増加	増加	横ばい	横ばい
	夏季(7-9月)	減少	増加	減少	?	?
	秋季(10, 11月)	2010年のデータ無し	2010年のデータ無し	増加	横ばい	増加
堂平沢	春季(4-6月)	増加	増加	横ばい	減少	減少
	夏季(7-9月)	増加	増加	増加	横ばい	増加
	秋季(10, 11月)	増加	減少	増加	横ばい	増加

(8) 課題

- ・植生回復など長期の施工効果については、今後もモニタリング調査を継続して検証する必要がある。
- ・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、徐々に知見が蓄積されてきたことから、流域スケールの土壌保全効果モニタリング手法の確立へとつなげていく必要がある。
- ・堂平地区の近年のシカ生息密度の減少と林床植生の回復に対して、下流での浮遊土砂流出の減少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，10：23-35

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，10：37-45

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

若原妙子ほか（2012）東丹沢堂平地区のブナ林における開空度、照度および植生被覆，平成24年度砂防学会研究発表会概要集 R4-07

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (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
Af. ブナ林立地環境モニタリング調査
—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 2013 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) 研究方法

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、丹沢山、天王寺尾根、檜洞丸ではおよそ週 1 回の頻度で捕獲昆虫を回収するとともにブナの展葉フェノロジーを調査した。大室山、菰釣山、三国山では 2～3 週間に 1 回の頻度で捕獲昆虫を回収した。

(7) 結果の概要

2013 年の雌成虫捕獲数は地点により平均で 1～1,060 個体と大幅な差があり、三国山を除いた 5 地点において、被食規模の小さかった 2012 年より平均で 3～5 倍増加した（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、大規模な被食の発生した 2011 年より捕獲数が多く、あわせてモニタリングした卵密度も 2013 年が最も高かった（表 2）。檜洞丸で被食量の多い年は大室山など丹沢山地の多地点で被食量が多くなる（谷ら 2012）ことを踏まえると、2013 年は丹沢山地広域で大規模な被食が発生することが事前に予測され、檜洞丸や大室山など広域で大規模な食害となった。

(8) 課題および成果の発表

なし



写真 1 黄色の衝突板トラップ

表 1 2012 年および 2013 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

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
展葉期の雌成虫捕獲数（個体）	92	226	93	451
産卵密度（個／100葉）	24	35	23	80
食害状況	中	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

- (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
Ag. 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、2012年は2011年に引き続き、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) 研究方法

各地点のブナ密度の高い林分の林床に20m×20mのコドラートを設定し、コドラート内を5m間隔に区切った9箇所の格子点を土壌採取箇所として設定した（図-1）。2012年の10～12月に、各地点コドラートの各箇所において、リターを除去後に幅15cm×奥行き15cm×深さ2cmの土壌を採取した（図-2）。採取箇所数はA、C、E、G、Iの5箇所とした（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）。繭密度は大室山と檜洞丸では依然として上昇傾向にあり、2013年の大室山は533個/m²、檜洞丸は587個/m²となった。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。特に大室山と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。横ばいで推移する丹沢山や、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) 課題

なし

(9) 成果の発表

なし
m

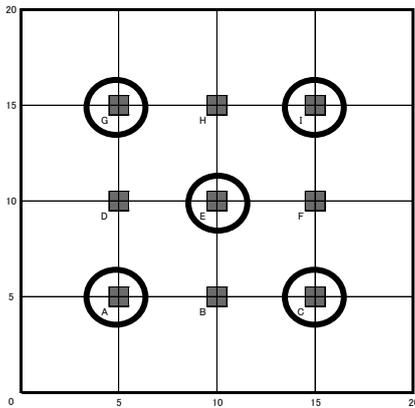


図-1. コドラート内の土壌採取箇所図

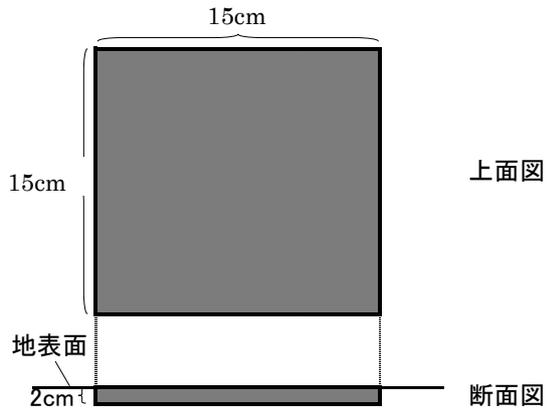


図-2. 土壌採取方法

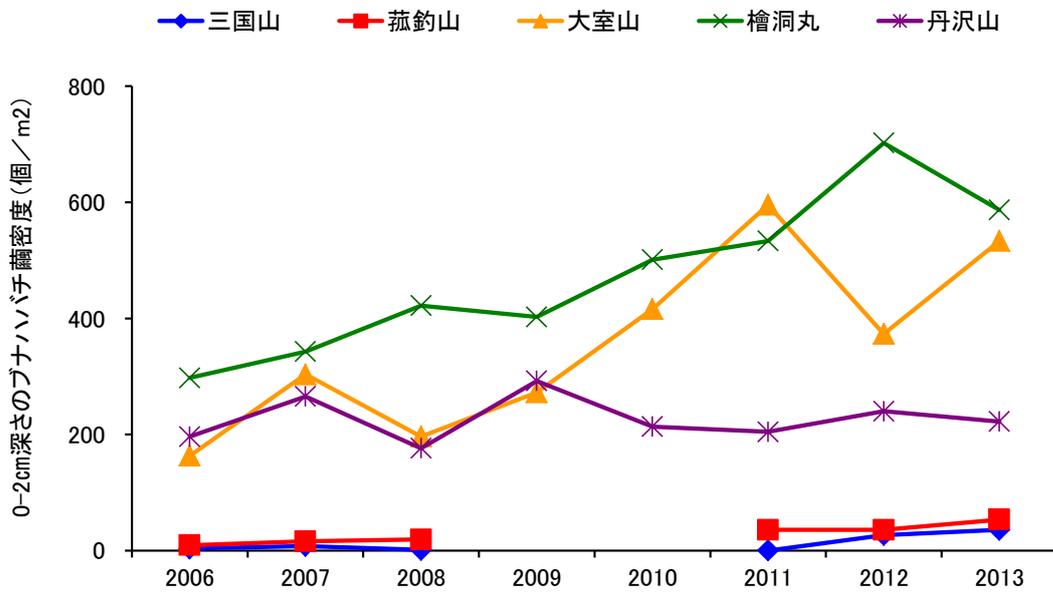


図-3. 定点における0-2 cm深さのブナハバチ繭密度の年次変動

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 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
Ah. 主稜線の積雪深調査
- (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（ブナ林等の調査研究費）
- (4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹

(5) 目的

本課題の目的は、冬のシカ分布を規定する積雪深を踏査により把握することである。また、ブナ林衰退の一要因である水分ストレスを検証する基礎データとしても用いる。

本調査は登山家の根本秀嗣氏の協力により実施したものである。

(6) 研究方法

①調査地

主稜線の総延長 55km として、次の 4 ルートを設定した（図 1）。

- ①後沢乗越～鍋割山～塔ノ岳～丹沢山～蛭ヶ岳(山頂を含む)
- ②蛭ヶ岳～檜洞丸～大室山～加入道山(山頂を含む)
- ③加入道山～菰釣山～大槲ノ頭～三国山
- ④蛭ヶ岳～姫次～焼山

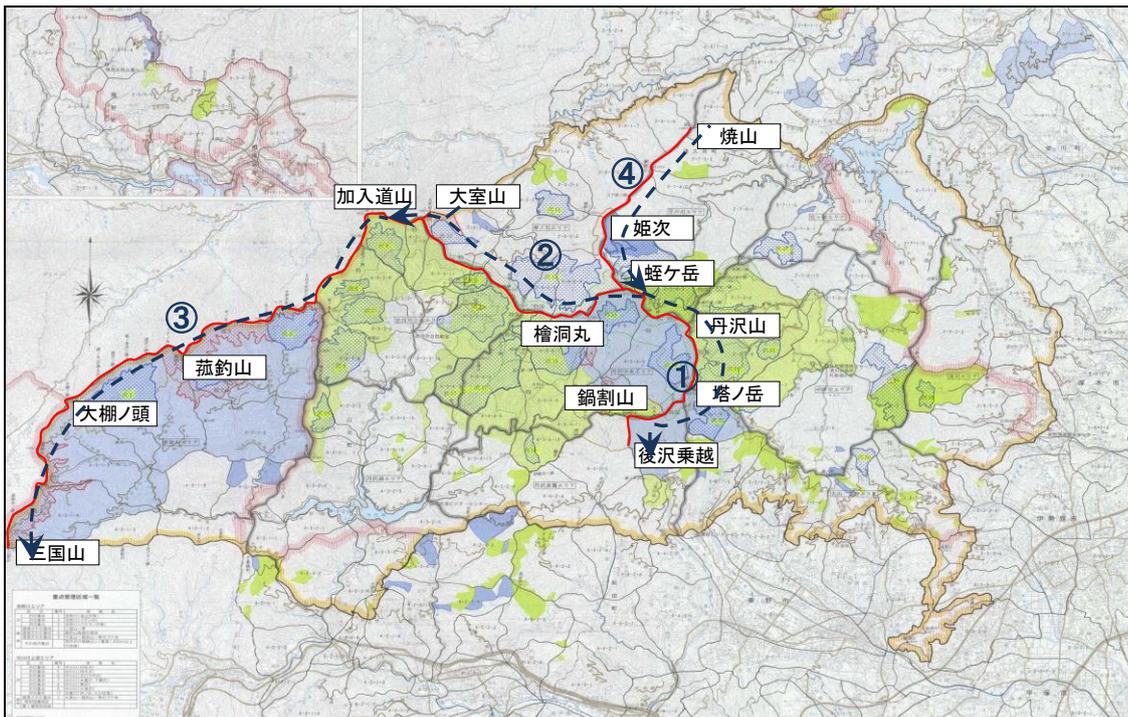


図 1 調査ルート

②調査方法

図 1 のルート上において、500m 間隔地点及び主要山岳の頂上に調査地点を設定した(図 2)。予め GIS 上で設定した 500m 間隔地点及び主要山岳の頂上の位置を転送した GPS を現地に持参して調査予定地点に赴き、急傾斜地や階段、木道など調査に不適な条件を避けて調査地点を決定した。各調査地点では GPS を用いて位置座標（緯度・経度・標高）データを取得した。調査地点数は平成 24 年度に 4 ルートを合計して 109 地点であったが、本年度は④を除外した 3 ルート計 93 地点である。なお 2 月は 91 地点である。

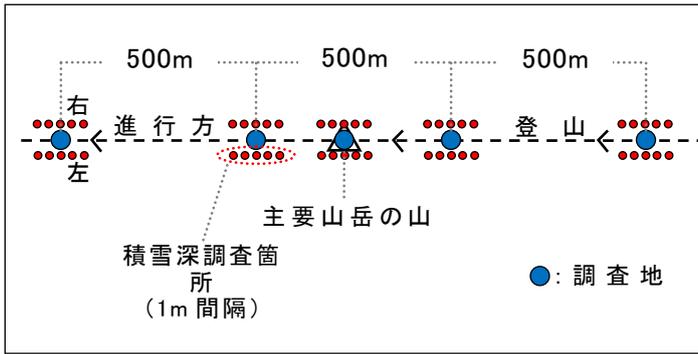


図2 調査地点の概念図

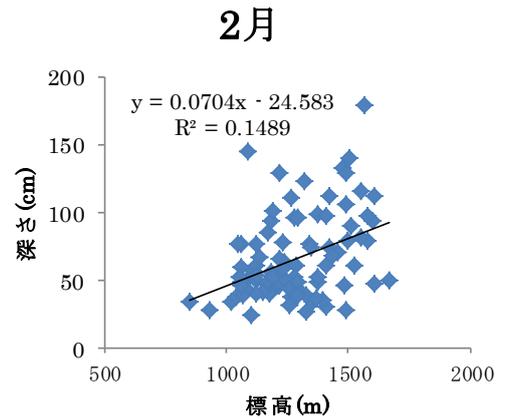


図3 標高と積雪深の関係(2月)

各調査地点で積雪深とササの稈長を調査した。積雪深は、各調査地点の登山道両側（踏跡の無いところに少し入り込む）に赤白ポールを立てて積雪深を測定した。登山道の両側において1m間隔で5箇所、計10箇所において測定を行った。測定単位は1cmとした。赤白ポールを立てる際にはポールの先端が地面まで到達しているか確認（ポールを一度抜いて穴を覗く等）を行った。実質的には地表付近は凍結しており、軽くポールを突き立てれば地表からの積雪深が計測可能であった。積雪深の計測は、2月中旬～3月上旬（2月と標記）と3月中下旬（3月と標記）の計12日で実施した。

ササの調査では、各調査地点でササの種類と稈長を測定した。登山道の周辺で草刈の影響がない個体をランダムに選定し、登山道の片側で10本、両側で計20本測定した。測定単位は1cmとした。ササが2種生育する場合は各5本測定することを基本とした。生育が想定されるササはスズダケ、ミヤマクマザサ、アズマネザサの3種であり、これらの区別点の確認を調査実施前に各調査員に対して実施した。ササ調査は、積雪が少なくなった3月に1回実施した。

(7) 結果の概要

①積雪深

2月と3月の2回調査した結果、2月で積雪が多かった。すなわち2月では91地点の全地点で積雪があり、3月では93地点のうち80地点で積雪があった。調査した93地点において最大積雪深だったのは2月と3月ともに丹沢山山頂であった。その2月の積雪深は180cm、3月は100cmであった。2月において積雪深が100cmを越えたのは丹沢山山頂を含めて13地点あり、鍋割山南斜面（測定地点の標高1219m）と鍋割山（同1262m）、塔ノ岳（同1487m）～丹沢山（同1566m）～不動ノ峰（同1505m）、金山谷乗越（同1317m）、檜洞丸（同1601m）、犬越路（同1088m）、水晶沢ノ頭（同1193m）であった。この結果は平成24年度において大室山で積雪深がもっとも多かったのとは異なった。この差異は、本年度の2月の積雪が稀にみる大雪であったことに加えて風の影響により吹き溜まりが形成されたことで、標高に関わらず積雪の多い場所が現れたことによると考えられる。調査地点の標高と2月の積雪深には緩やかな正の相関関係があったが、ばらつきは大きかった（図3）。

②ササ

平成24年度と同様に調査地点においてスズダケとミヤマクマザサの2種のササが認められた。スズダケは犬越路～大室山と白石峠～切通峠にかけて分布しており、100cm以上の稈長で生育していたが、場所により50cm未満になっていた。他の地点でスズダケは認められなかった。ミヤマクマザサは調査した全コースに分布していた。

(8) 課題

・例年の継続調査

(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

- (1) 課題名 B. ブナ林生態系の再生技術の改良
Ba. ブナ林再生のための実証的研究
- (2) 研究期間 平成19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

(5) 目的

丹沢山地の主稜線部ではブナなど樹木の衰退とシカの採食圧による林床植生の退行が見られ、森林生態系の健全性が損なわれている。そのため、ブナ林の再生が課題となっている。当センターはブナ林の衰退機構解明の研究を行うとともに、実証的なブナ林再生事業も行っている。ブナ林再生事業では、遺伝子の多様性に配慮して衰退地域の周辺木から種子を採取し、その苗木を衰退林に植栽することと、望ましいブナ林再生手法を検討するために植栽木と天然更新木の生残と成長の比較試験を実施している。

本課題の目的は、林冠層または林床植生が衰退したブナ林において、植生保護柵（以下柵）の設置により植栽木と天然更新木が成長する可能性を明らかにすることである。

2013年度は前年度に引き続き散布種子量を把握するとともに、植生保護柵内と柵外で更新木の樹高を追跡調査した。本調査は緑生研究所に委託して行った。

(6) 研究方法

① 調査地

調査地は、ブナ林においてブナなどの枯死で大小のギャップ（林冠疎開地）形成が見られる5箇所を選定した（表1）。各試験区ではギャップまたは閉鎖林冠下に少なくとも2基の柵を設置して、その内部に苗木を植栽した。また、柵の内外に2m×2m枠を10個ずつ配置して、天然更新調査枠とした。なお、堂平の柵内の試験区では開空度の違いで林縁区とギャップ区に区分した。

表1 調査地の概要

□	調査地域名				
	堂平	天王寺	丹沢山（清川）	檜洞丸	丹沢山（津久井）
標高（m）	1,190	1,320	1,470-1,530	1,520-1,550	1,540-1,553
林床植生型	スズタケ退行	スズタケ退行	ミヤマクマザサ	高茎草本	高茎草本
調査開始年	2007	2008	2008	2008	2010
植生保護柵設置年	2006	2007	2008	2005と2010	2010
調査区数	3	4	4	4	6
開空度（%）	10-15	11-19	32-45	12-47	37-50
植栽木調査	○(2006-)	—	○(2008-)	○(2010-)	なし
天然更新木調査	○(2007-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2010-)
種子散布量調査	—	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)	—

② 調査方法

散布種子の調査では、面積0.5m²のシードトラップを天然更新調査枠に10個ずつ配置した。設置期間は9月～11月下旬までである。2週間ごとに種子とリターを回収して持ち帰った。充実した種子を対象にして、種名と種子数を測定した。

植栽木については、個体ごとにナンバーテープを付けて識別し樹高を測定した。それ以降連年秋期に生存を確認して樹高を測定した。なお、調査地はすべて丹沢大山国定公園特別保護地区内に含まれており、遺伝子の攪乱防止のため、植栽木は本調査の数年前に当該地において種子を採取して育苗したものをを用いた。

天然更新木については、2m×2m枠内に発生したすべての高木性樹木を対象として、ナンバーテープを付けて個体識別して樹種を記録するとともに樹高を測定した。なお、堂平試験区では5cm未満も対象としたが、他の4試験区では5cm以上を調査対象とした。

③ 解析方法

植栽木では生存率と樹高の変化を解析した。天然更新木については密度と平均樹高、最大樹高を算出した。

(7) 結果の概要

① 散布種子

解析中。

② 植栽木の生残と樹高

2006年に植栽した堂平では、7成長期を経過して3試験区ともにブナの生存率は90%を越えていたが、4年目に柵が破損したところに植栽されたシオジの生存率は5成長期以降47～50%の範囲で推移した。ブナの平均樹高は試験開始時に3試験区ともに74～79cmの範囲にあって同程度であったが、7成長期時点において樹高は試験区によって異なった。すなわち、B区、C区、A区の順に樹高が高く、7成長期時点の樹高はB区では 130 ± 47 cm、C区では 97 ± 42 cm、A区では 82 ± 34 cmであった。試験区による樹高の差異は光環境の違いと考えているが、シカの侵入の有無など他の要因についても検討する必要がある。シオジは7成長期時点において $21 \text{cm} \pm 19 \text{cm}$ であった。柵が破損したことによりシカに採食されたことで樹高が低下した。

2008年に植栽した丹沢山(清川)では5成長期を経過して、植栽した6樹種(サワグルミ、マユミ、ブナ、イトマキイタヤ、ミズキ、フジイバラ)のうちサワグルミの生存率が3%に低下したが、他の樹種は76%以上あった。サワグルミの生存率が低かったのは、植栽時に水分ストレスを受けて先端枝が枯れたためと考える。5成長期時点の樹高は、ミズキがもっとも高く 207 ± 75 cm、次いでマユミ 143 ± 23 cm、サワグルミ 134 ± 72 cm、という順でブナはもっとも低く 107 ± 36 cmであった。

2010年に植栽した檜洞丸では、3成長期を経過していずれの樹種も生存率は71%以上あった。樹高はシナノキがもっとも高く 99 ± 22 cm、次いでナナカマドが 99 ± 22 cm、ヤブデマリが 60 ± 18 cmという順であった。

③ 天然更新木の密度と樹高

開空度の高い試験区は下層植生の植被率が高く、高木性樹木の種数が少ない傾向があった。高木性樹木の更新木の種数が多かったのは堂平と天王寺であった。堂平では柵内の試験区で約30種/40m²の高木性樹種が出現し、柵外では21種/40m²が出現した。堂平において本数における優占種はイヌシデであり、次いでブナであった。試験を開始して7年経過した堂平におけるイヌシデとブナの最大樹高は、柵内林縁区で46cm、49cm、柵内ギャップ区で112cm、85cm、柵外区で20cm、16cmであり、イヌシデとブナともに柵内で樹高は高く、柵内では林縁区よりもギャップ区樹高は高かった。

天王寺では、柵内ギャップ区で15種/40m²、柵内林冠区で25種/40m²の高木性樹種が出現した。本数における優占種は柵内ギャップ区でイトマキイタヤ、オオモミジ、シナノキであり、柵内林冠区ではチドリノキ、アオダモ、コミネカエデであった。樹高は柵内ギャップ区においてイヌシデとクマシデが樹高1mを超えており、柵内林冠区では1mを超える樹種はなく、もっとも高かったのはコミネカエデの82cmであった。なおブナは40cmであった。

丹沢山(清川及び津久井)と檜洞丸では柵内外ともに更新木の種数は少なく密度も低かった。それでも柵内ではクマシデやミズキ、マユミ、イトマキイタヤ、ブナなどの樹高は柵外よりも高くなっていた。

④ まとめ

天然更新木の結果から、堂平や天王寺のように開空度が20%未満であり、林床植生も退行したところに柵を設置した場所では、多様な樹種の更新木が多数発生、成長していた。こうしたところでは植栽によらずに天然更新と柵の設置で冷温帯林の維持が可能であると考えられた。

(8) 課題

- ・ 継続調査する一方で、試験開始から5年以上経過した調査地のデータを再解析して報告書にとりまとめる。

(9) 成果の発表

- ・ 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.

(1) 丹沢大山の自然環境モニタリングと再生技術開発

- (1) 課題名 B. ブナ林生態系の再生技術の改良
Bb. 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がある。

そこで、本課題ではブナ等樹木が集団で枯死した場所において（以下、大規模ギャップ）、森林再生の可能性を検討する。試験地は 5 地区あり、そのうちササ草原である 2 地区において、平成 25 年度は、埋土種子の発芽試験を実施するとともに、夏季には植生と更新木を調査した。秋季にはミヤマクマザサの刈り払いと現地産種子の播種を実施した。他の 3 地区では植生と更新木、希少植物の有無を調査した。植生と更新木、希少植物の調査は（株）緑生研究所に委託した。

(6) 研究方法

①調査地

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）の竜ヶ馬場、不動ノ峰、白馬尾根、蛭ヶ岳北東尾根、大滝尾根の 5 地区とした（表 1）。これらのうち、竜ヶ馬場と不動ノ峰、白馬尾根は上層木がほとんどない大規模ギャップとなっている。蛭ヶ岳北東尾根と大滝尾根はブナ等高木種が林冠を形成しているものの、小さなギャップである。この 2 試験区は大規模ギャップの対照試験地とした。竜ヶ馬場地区では平成 26 年 5 月に植生保護柵が設置された。蛭ヶ岳北東尾根と白馬尾根、不動ノ峰、大滝尾根地区には既設の植生保護柵（平成 22 年～24 年度設置）がある。

表 1 調査地の概要

地区名	現況	柵の数	2m×2m 枠数（計）	調査項目			
				植生	更新木	光環境	希少植物
竜ヶ馬場	ササ草原	2	80	○	○	○	○
不動ノ峰	ササ草原	2	80	○	○	○	○
白馬尾根	草原	2	60	○	○	○	○
蛭ヶ岳北東尾根	ブナ林	3	60	○	○	○	○
大滝尾根	ブナ林	3	60	○	○	○	○

②調査方法

試験地の5地区において、柵内外を1セットとして、2m×2m 枠を15～20 枠設置した。各枠で、植生と更新木、光環境、希少植物を調査した。

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。希少植物調査では、『神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006』に掲載されている植物種を希少種として、各地区で植生保護柵3基を含む2ha の範囲でそれらの出現の有無と、あった場合は個体数と繁殖の有無、おおよそのサイズ(10cm 単位)、位置情報(緯度・経度、斜面方位、標高、傾斜)を記録した。

竜ヶ馬場と不動ノ峰のササ草原においては、植物の発芽前の4月上旬に両地区から20cm 四方深さ5cm の土壌を合計30 サンプルずつ採取して、当センターに持ち帰り温室に撒き出した。10月にはササの刈り払いを種子播種及び柵の設置を組み合わせた試験を開始した。

(7) 結果の概要

ササ草原となっている竜ヶ馬場と不動ノ峰の結果を示す。埋土種子の発芽試験の結果、両地区ともにニシキウツギの種子が出現頻度、個体数ともに多く、他にはウツギ、ミヤマイボタなどの種子が低頻度であった。

植生の種類構成と被度、更新木の樹高調査から、竜ヶ馬場ではマユミやオオイタヤメイゲツなど15 種の高木性樹種の実生があり、個体数は5,000～27,000 本/ha、最大樹高はマユミの46cm であった。不動ノ峰ではオオイタヤメイゲツやマユミなど12 種の高木性樹種の実生があり、個体数は7,000～40,000 本/ha、柵内の最大樹高はマユミの45cm、柵外ではマメザクラの29cm であった。

竜ヶ馬場と不動ノ峰の植生保護柵の内外で、ミヤマクマザサの刈り払いと周辺樹木の種子の播種(その場で採取)の組み合わせによる試験を10月に開始した。播種した樹種は、竜ヶ馬場ではブナ、オオイタヤメイゲツ、アオダモ、ナナカマドの4種、不動ノ峰ではブナ、オオイタヤメイゲツ、アオダモ、カマツカの4種である。

(8) 課題

- ・6月に発芽状況確認、7月にササの刈り払い、8～9月に植生と更新木の追跡調査、10月に種子採取と播種を実施する。

(9) 成果の発表

- ・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

- (1) 課題名 B. ブナ林生態系の再生技術の改良
Bc. 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

(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立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25年度は成虫モニタリングにより大規模な被食が予測されたことを受け、平成24年度にスクリーニングされた防除法の一つである幼虫粘着トラップによる緊急防除事業を実施した。調査は新日本環境調査株式会社への委託で行った。

(6) 研究方法

2014年6月中旬から7月上旬にかけて、幅20cmのロール状粘着シート（虫むしホイホイ、アース製薬）を丹沢山、檜洞丸、大室山の3地点のブナ合計548本に設置した（写真1、表1）。捕獲個体の全数調査は困難であったことから、丹沢山において省力的な推定法を開発した。すなわち、シートに印刷された区画を図1のように15区画に分割し、図2のフローで推定法を開発して捕獲数を推定した。あわせて防除効果を評価するため、調査卵数から幼虫数を推定し、それに対する捕獲数の割合を算出した。



写真1. 粘着シートの設置状況（大室山）

ブナ1本の幼虫数＝葉1枚あたり幼虫数×ブナ1本あたり葉枚数

ただし、

- ・葉1枚あたり幼虫数＝EXP（ $-2.8203 + 1.7541 \times \text{葉1枚あたり卵数}$ ）
- ・葉1枚あたり卵数＝卵数／葉数 ※樹冠3箇所から採取した葉の合計
- ・ブナ1本あたり葉枚数＝ $1,005.4 \text{ (葉/m}^2\text{)} \times \text{樹冠面積}$

表1. 調査ブナと設置期間

調査地	標高(m)	本数(本)	平均DBH(cm)	設置期間
丹沢山	1,567	135	42±15(sd)	6/17～7/4(17日間)
檜洞丸	1,601	200	53±19(sd)	6/14～7/5(21日間)
大室山	1,588	213	39±17(sd)	6/18～7/7(19日間)

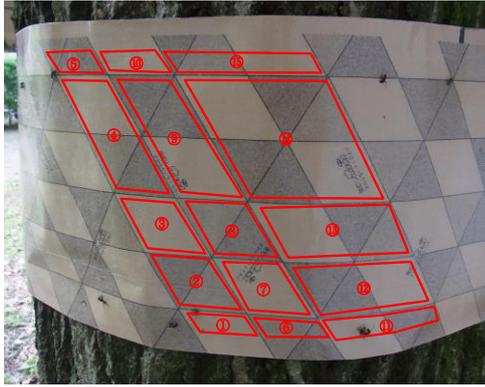


図 1. 区画分け

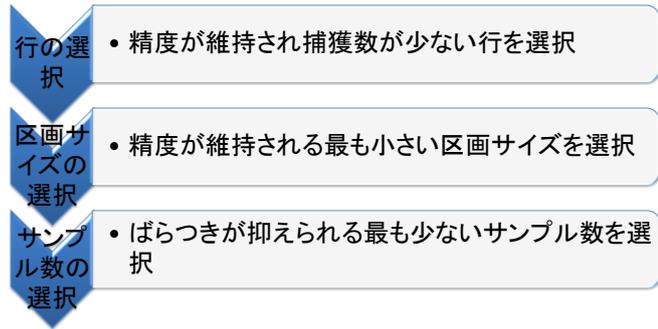


図 2. 推定法開発のフロー

(7) 結果の概要

1. 推定式の作成

全捕獲密度との相関係数が高く、計測が省力的な下から3行目の1区画を区画サイズとするサンプリングで推定式を作成した。

推定捕獲数 = 推定捕獲密度 × 粘着シート面積
ただし、

- 推定捕獲密度 = 0.0657×1 区画あたり平均捕獲数 + 0.0185 (図3)
- 粘着シート面積 = 幅 20 cm × 樹幹周囲長

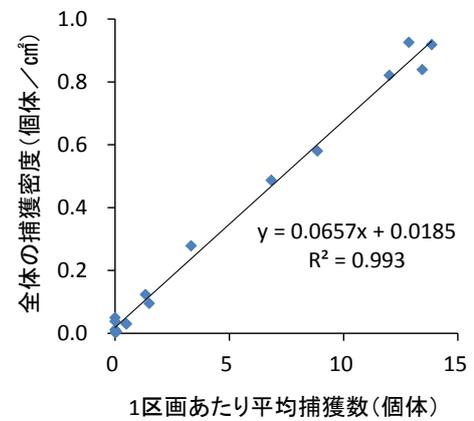


図 3. 捕獲密度の推定式

2. 精度の確認

ばらつきの小さい最小サンプル数である 8 回を選択し、作業の省力化のため 4 方向から撮影した画像 1 枚から 2 回ずつサンプリングしたところ、推定法を開発した丹沢山で推定捕獲数と実際の捕獲数がよく相関し ($R^2=0.9853$)、精度確認のため同様の調査を実施した檜洞丸でも概ね一致した ($R^2=0.9272$) (図 4)。

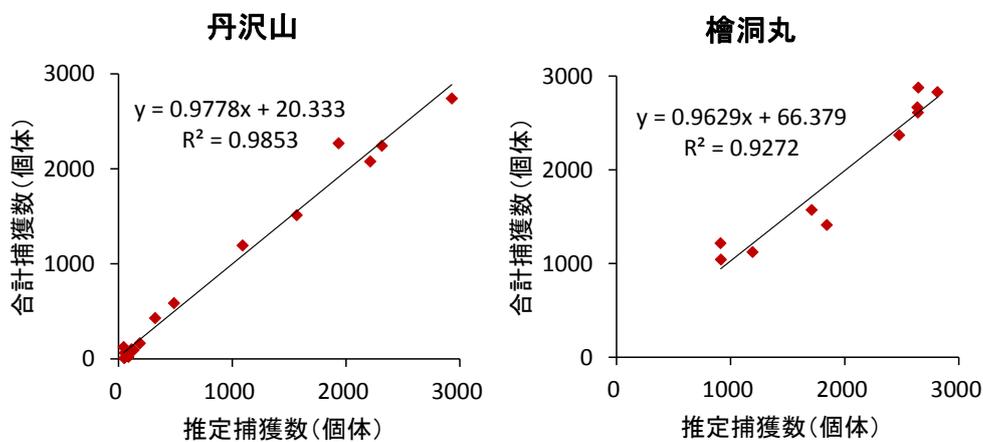


図 4. 8 回サンプリングの精度確認

3. 捕獲の概要

以上により捕獲数は3地点で合計75万個体と推定された(表2)。山岳地のブナ135~213本に必要な作業量は設置4~8人日、撤去4人日と省力的であった。捕獲数の割合は丹沢山で11.8%、檜洞丸で8.5%と評価され(図5)、防除効果は単年だけでなく、長期間継続することで徐々に発揮されることが期待された。

表2. 捕獲の概要

項目	丹沢山	檜洞丸	大室山
粘着シート設置本数 (調査不可本数)(本)	135 (4)	200 (20)	213 (7)
設置/撤去の作業量(人日)	7/4	4/4	8/4
半分以上被食されたブナの本数割合(%)	23.7	66.7	76.9
推定捕獲数の合計(個体)	51,141	458,763	242,889
推定捕獲数の平均±SD (範囲)(個体)	387±528 (23~3,051)	2,549±2,391 (15~12,638)	1,179±1,135 (27~6,688)

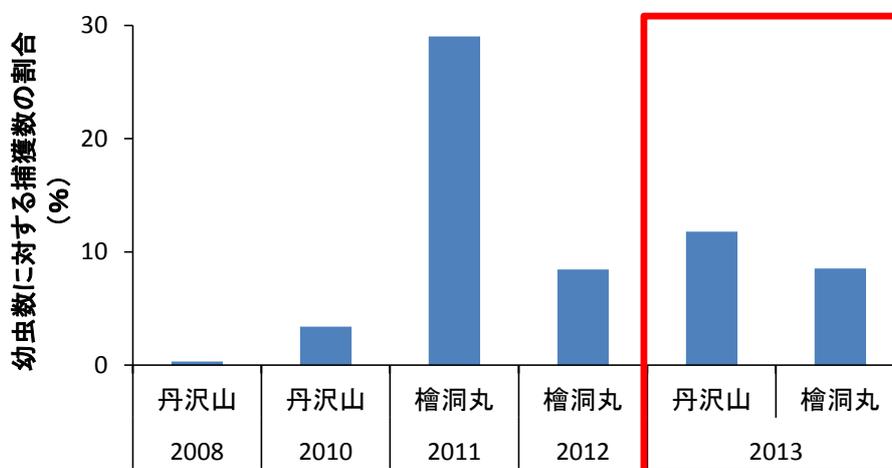


図5. 2008~2013年の防除効果

(8) 課題・成果の発表

谷脇 徹 (2014) 粘着トラップを用いたブナハバチ幼虫防除の手法開発. 第125回日本森林学会大会講演要旨集: p271.

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 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・指村奈穂子・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25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、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。現地調査はすべてアジア航測㈱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10箇所36試験区、②は4箇所5試験区、③は①と同じ10箇所で行った(表1)。

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2002～2004年度に試験区を設定し2007～2009年度に調査した箇所の追跡である。

表1 2013年度調査地一覧

契約地No.	場所	林相	柵の有無	柵内外の セット	プロット (区)数	調査項目							シカ生息 (地点)
						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)	
H11-協-08	秦野市寺山	広葉樹	○	2	4	4	○	○	○	○	15	済	1
H13-協-15	津久井町青根釜立沢	アカマツ	○	3	6	-	○	○	○	○	15	-	1
H09-協-02	清川村煤ヶ谷堤川	広葉樹	○	1	2	2	○	○	○	○	36	済	1
H12-協-04	清川村宮ヶ瀬猿島	広葉樹	○	1	2	2	○	○	○	○	36	1(柵外)	1
H12-協-05	清川村宮ヶ瀬タケ	モミ・広葉 樹	○	1	2	2	○	○	○	○	36	1(柵外)	1
H13-協-09	山北町山北	広葉樹 /ヒノキ	無	-	4	2	○	○	○	○	36	2	1
H13-協-10	山北町山北	ヒノキ ・スギ	無	-	4	-	○	○	○	○	36		1
H13-協-13	南足柄市矢倉沢	スギ /広葉樹	無	-	4	3	○	○	○	○	21	済	1
H13-協-18	南足柄市荻野	広葉樹 ・アカマツ	無	-	4	2	○	○	○	○	36	済	1
H13-寄-02	厚木市七沢前半谷	カシ /サワラ	○	2	4	2	○	○	○	○	36	1(柵外)	1
合計					36	19						5	10

(7) 結果の概要

ア 植生モニタリング

各試験区の開空度は11～24%の範囲にあり、スギ・ヒノキ人工林では13～15%のところが多かった。2時点のデータを比較すると、草本層植被率は、丹沢の柵内の10計試験区のうち4試験区で「増加」ないし「やや増加」して、4試験区では「変化なし」、2試験区では「減少」した。柵外では18試験区のうち11試験区で「変化なし」

であったが、5 試験区では「増加」した。この5 試験区のうち2 試験区ではマツカゼソウやオオバノイノモトソウの不嗜好性植物やアシボンソ、チヂミザサのイネ科植物が優占していた。箱根外輪山では8 試験区のうち1 試験区で「やや増加」したものの、3 試験区で「変化なし」、残りの試験区は「減少」または「やや減少」であった。

表2 調査した10 地点36 試験区の2 時点の変化量 (2008、2009 年と2013 年のデータを比較)

山城	地点名	場所	林相	処理	開空度 %	低木層 植被率(%)	草本層 植被率(%)	現存量 (g/m ²)	土壌移動	シカ	
丹沢	H13-協-15	相模原市緑区 青根釜立沢	アカマツ林	柵内	14	変化なし	やや増加	変化なし			
				柵外	14	変化なし	増加	増加			
				柵内	11	増加	減少	減少		いる	
				柵外	16	変化なし	増加	やや増加			
				柵内	15	変化なし	変化なし	やや減少			
				柵外	11	変化なし	変化なし	変化なし	あり(侵食)		
	H09-協-02	清川村煤ヶ谷堤川	広葉樹林	柵内	15	増加	変化なし	減少			
				柵外	15	増加	変化なし	やや増加		多い	
	H12-協-04	清川村宮ヶ瀬猿島	針葉樹(モミ)林	柵内	13	変化なし	やや増加	減少			
				柵外	14	変化なし	変化なし	変化なし	あり(堆積)	多い	
	H12-協-05	清川村宮ヶ瀬タケ	広葉樹林	柵内	16	減少	変化なし	減少			
				柵外	16	変化なし	変化なし	やや減少		いる	
	H11-協-08	秦野市寺山	広葉樹林	柵内	16	変化なし	増加	やや増加			
				柵外	18	変化なし	増加	変化なし			
				柵内	21	変化なし	やや増加	変化なし			
				柵外	18	やや減少	変化なし	変化なし			
				柵内	13	変化なし	変化なし	減少			
				柵外	18	やや増加	変化なし	やや減少		多い	
	H13-寄-02	厚木市七沢前半谷	広葉樹林	柵内	15	変化なし	減少	減少			
				柵外	14	変化なし	変化なし	増加			
	H13-協-09	山北町山北	広葉樹林	柵なし	18	変化なし	減少	変化なし			
				広葉樹林	柵なし	13	変化なし	変化なし	減少		
				スギ・ヒノキ人工林	柵なし	13	変化なし	増加	やや増加		いる
				スギ・ヒノキ人工林	柵なし	14	やや減少	やや減少	減少		
H13-協-10	山北町山北	広葉樹林	柵なし	14	変化なし	変化なし	増加				
			スギ人工林	柵なし	19	変化なし	増加	増加			
			ヒノキ人工林	柵なし	18	変化なし	変化なし	増加		いる	
			ヒノキ人工林	柵なし	19	変化なし	変化なし	やや増加			
H13-協-13	南足柄市矢倉沢	広葉樹林	柵なし	13	やや減少	変化なし	変化なし				
			広葉樹林	柵なし	17	増加	やや減少	やや減少			
			広葉樹林	柵なし	14	変化なし	やや減少	やや減少		いる	
			広葉樹林	柵なし	13	増加	減少	やや増加			
H13-協-18	南足柄市苧野	広葉樹林	柵なし	24	変化なし	やや増加	増加				
			広葉樹林	柵なし	18	変化なし	変化なし	やや減少			
			アカマツ林	柵なし	18	やや増加	変化なし	やや増加		いる	
			アカマツ林	柵なし	19	増加	減少	増加			

*1 植被率；減少：20%以上減少、やや減少：10~20%減少、変化なし：±10%、やや増加：10~20%増加、増加：20%以上増加

*2 現存量；減少：50g/m²以上減少、やや減少：10~50g/m²減少、変化なし：±10g/m²、やや増加：10~50g/m²増加、増加：50g/m²以上増加

*3 シカ；秋期~冬期にかけての3ヶ月間において、各地点2台のセンサーカメラを設置した。その撮影枚数が0枚は「-」、1~100枚を「いる」、100枚以上を「多い」とした。

イ 広葉樹林整備地の林分構造調査

コナラやイヌシデが優占する広葉樹林の4箇所5試験区で林分構造を調査したところ、5試験区ともに伐根が認められ、その本数は16~56本/400m²の範囲にあった。どの試験区も根元直径10~20cm未満の個体を主体に伐採されていたが、40cm階の樹木が伐採された試験区もあった。5試験区のうち3試験区は伐採しても残存木の直径分布はL字型を示していたが、2試験区はL字型から一山型へ移行した。整備して草本層の植被率は1試験区で70%を超えたが、他の4試験区では21%以下であった。草本層植被率が70%を超えた試験区の草本層優占種はスズタケであった。

表3 林分構造を調査した地点の整備後の状況

	直径分布	植被率(%)			各径級の伐採率(%)						
		低木層	草本層	優占種	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	60cm	70cm
H12-協-04	L→L	1	10	-	25	32	9	0	0	0	0
H12-協-05	L→一	7	21	マルハ`ウツギ`	98	57	0	0	0	0	
H13-協-09①	L→一	5	15	ケスゲ`	80	56	50	0	0	0	
H13-協-09②	L→L	11	73	スス`タケ	44	69	100	100			
H-13-寄-02	L→L	20	20	シロタ`モ	20	17	33	0	0	0	0

L : L字型分布、一 : 一山型分布

ウ シカの生息状況調査

2013年度は調査地点によるばらつきがあり、シカの撮影延べ数は1~243個体/3ヶ月の範囲にあり、平均は99±74頭(sd)であった。全地点でシカは撮影され、撮影延べ個体数の少なかった1地点を除いてシカが優占種であった。シカに次ぐ優占種はイノシシ、次いでタヌキであった。もっとも少なかったのはキツネであった。動物は全地点で合計11種が撮影され、地点あたりでは2~8種が撮影された。

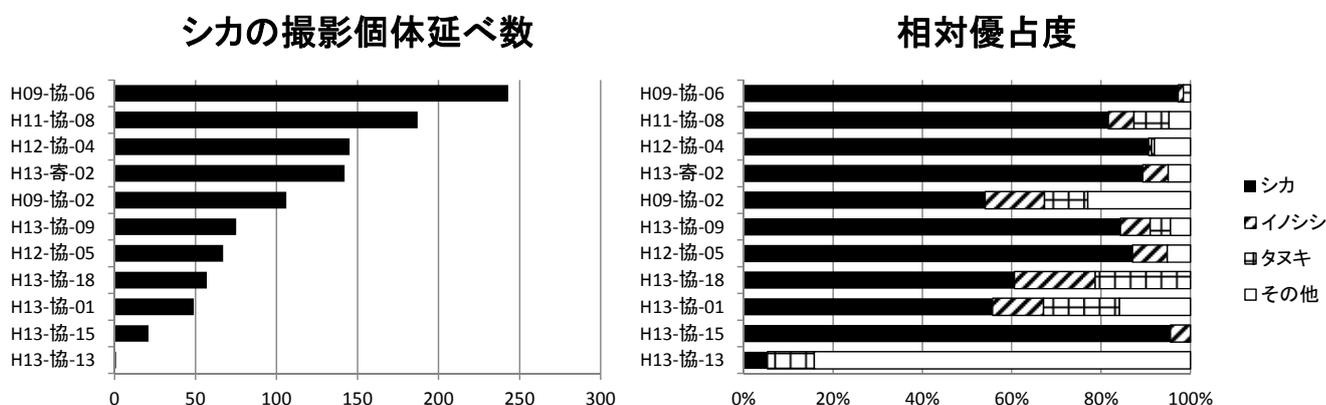


図1 センサーカメラによる動物の利用状況 (左はシカの撮影枚数、右は全撮影枚数に対する動物の優占度)

(8) 課題

引き続き水源林整備地でモニタリングする。また水源林整備とシカ捕獲の連携箇所を検討して、調査地の設置と現況調査を実施する。

(9) 成果公表

- ・ 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

- (1) 課題名 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
 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・指村奈穂子・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。平成25年度は群状間伐地における3年目の高木性樹木稚樹の更新状況を調査した。また、平成24年度及び25年度に調査した水源林モニタリング地点の更新状況を解析した。現地調査はすべてアジア航測㈱に委託した。

(6) 方法

群状間伐地の調査では、平成21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地点のうち平成24～25年度に調査した10地点計17林分のデータを使った。うちスギ林は8林分である。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16種、柵外では6～11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。

イ 点状間伐地

17林分において高木性樹木は28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、ケヤキなどであった（表2）。ヤマグワやアカメガシワといった先駆樹種も頻度が相対的に高かったものの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。

間伐から5～10年経過したものの、密度が10,000本/haを超える林分は1か所のみであり（図1）、それは植生保護柵内であった。

表2 点状間伐地に出現した上位11種

種名	散布型	出現頻度(%)
エノキ	鳥	59
アラカシ	重力、動物	47
ケヤキ	風	47
ヤマグワ	鳥	41
イタヤカエデ	風	41
シラカシ	重力、動物	35
シロダモ	鳥	29
アカメガシワ	鳥	24
イロハモミジ	風	24
クマノミズキ	鳥	24
コナラ	重力、動物	24

樹高が 100cm を超えた林分は 4 か所のみであり、間伐後 10 年経過しても樹高が 50cm に達しない林分は 4 か所あった (図 1)。

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	散布型	柵内	柵外			合計
			斜面上	斜面中	斜面下	
フサザクラ	風	26,250	3,250	1,500	22,750	53,750
アカメガシワ	鳥	8,500	500	0	0	9,000
カラスザンショウ	鳥	6,000	0	500	0	6,500
クマノミズキ	鳥	4,000	750	250	750	5,750
ヤマグワ	鳥	2,750	1,000	0	0	3,750
タラノキ	鳥	2,500	0	0	0	2,500
オオバノキハダ	鳥	2,000	0	0	0	2,000
スギ	風	750	7,500	6,500	18,000	32,750
ムクノキ	鳥	500	0	0	0	500
ケヤキ	風	500	3,500	1,000	2,750	7,750
オニグルミ	動物	250	0	0	0	250
イヌシデ	風	250	4,250	3,750	6,000	14,250
ヤマザクラ	鳥	250	0	0	0	250
ネムノキ	重力	250	0	0	0	250
イロハモミジ	風	250	0	0	0	250
ミズキ	鳥	250	250	0	0	500
ヒノキ	風	0	250	0	250	500
クマシデ	鳥	0	750	0	500	1,250
イタヤカエデ	鳥	0	250	0	0	250
合計		55,250	22,250	13,500	51,000	142,000

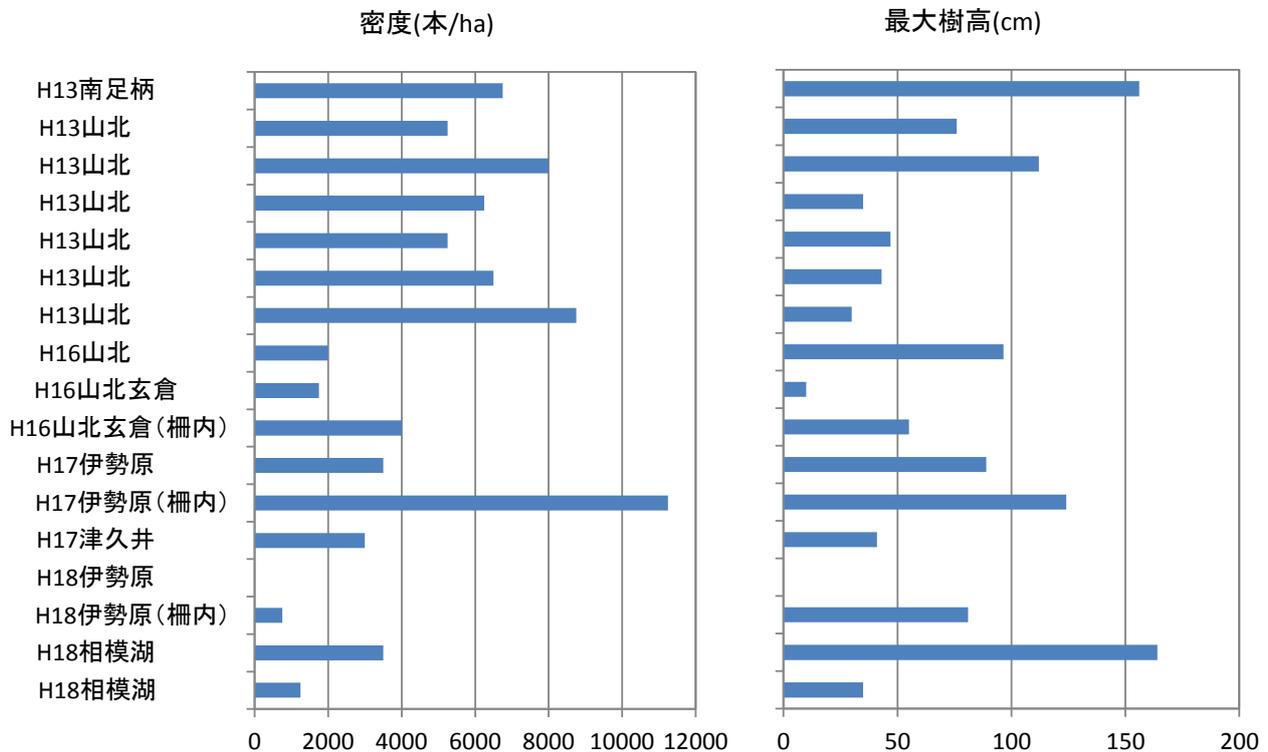


図 1 点状間伐地 17 林分の密度と樹高 (調査地の H 数字は契約年を表し、その後 2 年以内に間伐が行われた。)

(8) 課題

引き続き事例を収集する。

(9) 成果公表

なし

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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ー総括ー
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

平成19年度から開始したかながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（平成24年度からは第2期）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するための時系列データを取得することを目的とする。

(6) 研究方法

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、南足柄フチヂリ沢）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、大洞沢の水土砂分野の部会を1回、水生生物分野の部会を1回開催した。さらに、個別のテーマごとに学識者との打合せや現地検討を行った。

(7) 結果の概要

① 第15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26年1月21日（火）9：30～12：00

場所：サニー南神田ビル 401号室

議題 1) 対照流域モニタリングの進捗状況について

2) 第2期5か年計画の改訂に向けた成果とりまとめについて

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。また、第2期5か年計画の改訂にむけた成果とりまとめに関連して、水生生物の調査結果の活用について専門委員からの提案と意見交換を行った。

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）大洞沢検討会

日時：平成25年12月3日（火）13：30～17：00

場所：東京農工大学

概要：大洞沢や堂平の東丹沢地区のモニタリング調査にかかわる東京大学、東京農工大学、地圏環境テクノロジー、自然環境保全センターのメンバーで、個別調査の成果報告と意見交換を行った。

- 名称：対照流域モニタリング調査会 水生生物調査打合せ
 日時：平成26年1月10日（火）15:00-17:00
 場所：横浜西合同庁舎 6A会議室
 概要：第15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これまでの調査結果の活用方法について意見交換した。
- 名称：現地検討
 日時：平成25年7月24日（水）終日
 場所：貝沢（NO2気象観測地点～流域1上流～貝沢林道終点）、大洞沢
 参加者：（大洞沢の水文調査担当）東京大学 鈴木雅一教授、小田智基研究員
 自然環境保全センター 県有林経営課（大洞沢の森林管理担当）・研究連携課
 概要：大洞沢の本流右岸側及び本流上流側（実施中の対照流域試験の箇所以外）における県営林施業と水の観点からのモニタリング・検証の連携について、関係者で一緒に現地をみて意見交換を行った。また、平成24年度に施業を行った貝沢の状況を視察した。
- 名称：現地検討
 日時：平成25年8月28日（水）午後
 場所：ヌタノ沢
 参加者：東京農工大学 五味高志准教授
 （調査委託の受託業者）（株）相互地質開発
 自然環境保全センター研究連携課
 概要：浮遊土砂の生産起源推定については、これまで大洞沢や堂平沢で実施されてきたが、ヌタノ沢についても平成25年度から実施するため、現地の土壌サンプル採取方法や分析等の詳細について、五味高志准教授より指導を受けた。
- 名称：個別打合せ
 日時：平成25年9月9日（月）15:00～16:30（貝沢）／16:30～17:30（堂平）
 場所：東京農工大学
 出席者：（貝沢調査）戸田浩人教授、白木克繁准教授（堂平調査）石川芳治教授
 概要：現地調査・解析の実施状況、今後の調査の実施について、調査地ごとに確認・相談した。

(8) 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、県内4か所に設定した試験流域における長期にわたるモニタリングの推進にあたり、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						
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 (又タノ沢)	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	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 「又タノ沢」	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箇所を設定した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25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 自然環境保全学部門 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 自然環境保全学部門 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 自然環境保全学部門 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 国際環境農学部門 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 国際環境農学部門 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】(スタノ沢ほか)	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		

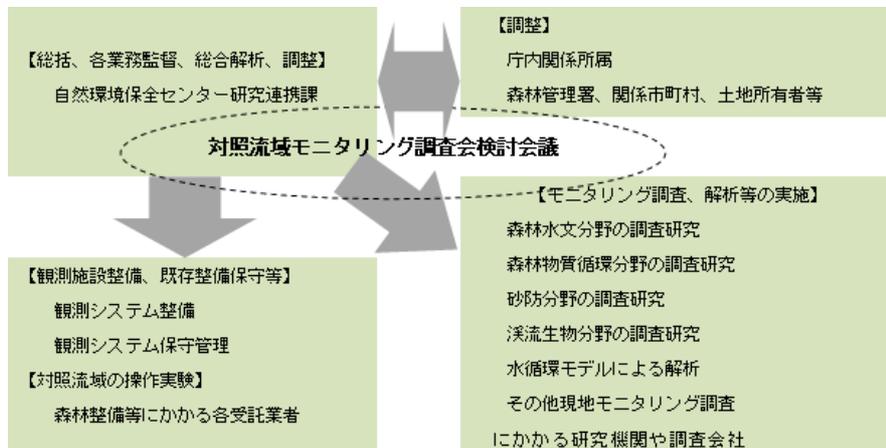


図2 平成25年度実施体制

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Ba. 観測施設保守・改良
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (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における基盤となる観測データを取得するために、第1期5か年において整備した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) 研究方法

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や修繕を行った。また、ヌタノ沢における対照流域試験の操作として、A沢の流域全体を囲む植生保護柵を設置した。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成25年度）

箇所	業務内容	工期	受託者
大洞沢	観測施設の定期点検・保守(全9回)	5/2 ~ 3/20	神奈川県森林組合連合会
	植生保護柵(流域No.3)の補修	5/2 ~ 5/31	(株)落合組
	観測機材収納用コンテナのエアコン再設置	7/29 ~ 8/16	山王総合(株)
	植生保護柵(流域No.3)の補強	9/30 ~ 11/5	(株)落合組
	観測システム点検・通信用現地パソコンの更新	10/29 ~ 1/31	アズビル(株)
	NO1量水堰の浚渫工事	12/27 ~ 4/30 ※	(株)落合組
貝沢	量水堰(No.1~4)の浚渫工事、傾斜木(1本)の伐採	6/3 ~ 7/10	(有)榎本工業
	通信用現地パソコンの更新	10/29 ~ 1/31	(株)ウイジン
ヌタノ沢	観測施設・システムの定期点検・保守	5/2 ~ 3/20	(株)ウイジン
	植生保護柵の設置箇所の計測・図面作成	6/20 ~ 8/23	神奈川県森林組合連合会
	A沢量水堰の浚渫工事	9/30 ~ 10/31	(株)加藤工務店
	通信用現地パソコンの更新	10/29 ~ 1/31	(株)ウイジン
	植生保護柵の設置(A沢)	11/13 ~ 5/31 ※	(株)湯川組
フチヂリ沢	観測施設・システムの定期点検・保守	5/2 ~ 3/20	(株)ウイジン
	水文観測施設(フチヂリ沢)のソーラーパネル増設	7/22 ~ 8/30	(株)ウイジン
データ管理	観測データDB用所内パソコンの更新	11/20 ~ 3/10	(有)ネブス

※ 翌年度への繰り越し

(7) 結果の概要

①量水堰(N01)の浚渫工事(大洞沢)

- 来季の土砂流入に備えて少雨期のうちに沈砂池を空ける
(前回浚渫 H25.3 以降に徐々に堆砂した土砂の浚渫)

・浚渫、運搬土量 量水堰上部のみ 26.6 m³

・現地浚渫作業 4月5日～14日

※平成26年2月8日、14日の積雪により、3月上旬まで県道70号が通行止めとなったため繰越。

②量水堰(N01~4)の浚渫工事(貝沢)

- 前回浚渫 以降に徐々に堆積した土砂の浚渫

・浚渫土砂量(およその量) N01:1.0 m³ N02:1.5 m³ N03:2.0 m³ N04:4.5 m³

・現地浚渫作業 6月10日～13日

③量水堰(A沢)の浚渫工事(ヌタノ沢)

- H25.9.15～16の台風の影響による土砂流入のため

・浚渫土砂量(堆積土砂量) 0.94 m³

- ・現地浚渫作業 10月4日～5日
- ④観測施設のソーラーパネル増設（フチヂリ沢）
- ・H24 観測状況から水文観測施設（フチヂリ沢）の12月～2月頃の主電源の供給が不足するため。（予備バッテリーによるバックアップでの観測は稼働）
 - ・ソーラーパネル1基を増設。
 - ・現地作業 平成25年8月2日



施工前



施工前



施工前



施工後



施工後



施工後

写真1 大洞沢の浚渫工事

写真2 ヌタノ沢の浚渫工事

写真3 ソーラーパネル増設

⑤植生保護柵の設置（ヌタノ沢）

・ヌタノ沢の対照流域試験は、広葉樹林におけるシカ管理の効果検証をねらいとしているため、全体計画にしたがって、ヌタノ沢のA沢の流域全体を囲む植生保護柵を設置した。

・工事内容

植生保護柵 1134.9m 扉8箇所

・現地施工時期

資材運搬・支障木伐採：3月中旬から

柵本体の施工：4月1日～14日

・完成年月日 平成26年5月7日

・検査年月日 平成26年5月16日

※平成26年2月8日、14日の積雪により、その後1か月にわたり現地作業ができなかったため繰越。



写真4 植生保護柵設置状況

(8) 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。
- ・大洞沢と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

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Bb. 大洞沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）、県単（治山事業費）
- (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) 研究方法

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 大洞沢における水収支・流出特性、水質形成機構

a. 水収支・流出特性

大洞沢流域内の流域No1(48ha)、流域No3(7ha)、流域No4(5ha)の3流域を対象とし、流域末端部の量水堰に加えて流域内小プロットも含めた7地点で量水観測を行うとともに、降水量等の基礎データを継続して取得した。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、短期水収支法を用い、損失量の季節的な変化を明らかにした。また、降水量より遮断蒸発量、樹液流速より蒸散量を求め、短期水収支法から得られた損失量と比較検討することで、大洞沢流域における蒸発散量の季節変化について調査した。同時に、No3,4の流域における地下水動態について推察した。

b. 植生保護柵設置（シカ管理）効果の検証

植生保護柵の設置効果は、既存の知見から下層植生の回復、上層木への被害軽減による蒸散量の増加（平水～渇水時の流出量低下）、洪水流出の緩やかな逡減、植物に利用されやすい溶存物質（NO₃⁻、NH₄⁺、K⁺）濃度の低下が予想される。これまでの観測期間のうち、2009～2011までを整備前、2012～2013を整備後と区分し、流域No3の整備効果を検証した。流量については降水量の差による影響を受け、整備前後を単純に比較することが困難であるため、HyCyモデル（鈴木・福嶋1986）による計算値と実測値の比較から効果の検証を行った。また、降水、林内雨、渓流水、土壌水、地下水の水質観測結果から、硝酸濃度を中心に物質循

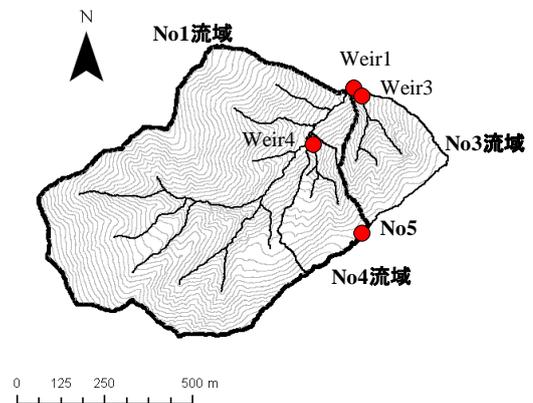


図1： 大洞沢流域 観測地点

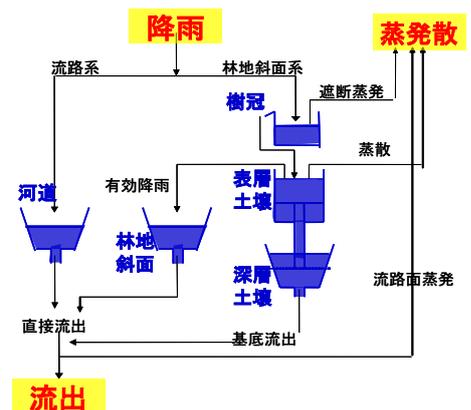


図2： HyCy モデル構造図

環の動態を検討した。

② 大洞沢における土砂流出動態

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う。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、洪水流出時における流出土砂量を把握する。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する。

b. 斜面の土砂生産の観測（継続）

対象とする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う。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。捕捉土砂については粒径分布も計測する。土砂生産条件を把握するために、気象データや地形データとの関連を検討する。

c. 斜面内の土砂生産源と生産機構の把握

対象とする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う。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する。林床被覆のない裸地の季節変化を把握し、気象条件、地形条件、林況などとの関連を調べ、斜面内の土砂生産の時期や機構について検討する。

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う。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する。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する。

e. 三次元河道地形計測

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25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

大洞沢では水流出、土砂流出ともに各種モニタリング調査を継続し、特に水収支と蒸発散量の季節変化と地下水動態、植生保護柵設置前後の流出量および水質の変化について解析・検討した。土砂動態調査では、特に斜面における土壌侵食と栄養塩流出、斜面の土砂生産の実態とその特徴、斜面から溪岸における土砂貯留状況について解析しとりまとめた。

平成25年度実施内容のうち、主な結果は以下のとおりである。（詳細は委託報告書等参照）

① 大洞沢における水収支及び流出特性、水質形成機構

○大洞沢における水収支

2572mmの降雨に対して、No1, 3, 4の流出はそれぞれ、2046, 1786, 3013mmとなり、損失量が526, 786, -441mmとなった。2010~2012年までと同じく、No3が最も多く、No4の損失量はマイナスの値となった。

表 1 : 2013 年 年間水収支

2013	(mm/year)		
	降水量	流出量	損失量
No1(48ha)	2572	2046	526
No3(7ha)	2572	1786	786
No4(5ha)	2572	3013	-441

○蒸発散量の季節変化

No1 流域における 4 年分の短期水収支法適用結果を合わせて平均したものが図 2 である。No1 流域は CI の物質収支が閉じており、地下水移動の少ない流域である。従って、No1 の損失量は、蒸発散量の季節変化を示していると思わせる。蒸発散量は夏に高く、冬に低い形であり、より詳細に見れば、4~6 月、9~10 月に二つ大きな山を持つ。

グラニエ法より求めた蒸散量、遮断観測より得られた遮断蒸散量の季節変化と短期水収支法の結果を月ごとに比較する (図 3)。短期水収支法より求められた蒸散量と遮断蒸散量・グラニエ法より求めた蒸散量の合計が概ね一致していることがわかる (図では 1:1 の関係にあること)。全く異なる手法で求めた蒸散量が一致することはそれぞれの手法の正確性を示しており、算出された蒸発散量の高い信頼性を示している。これらの結果より、大洞沢流域における蒸発散量の季節変化が明らかになったと言える。

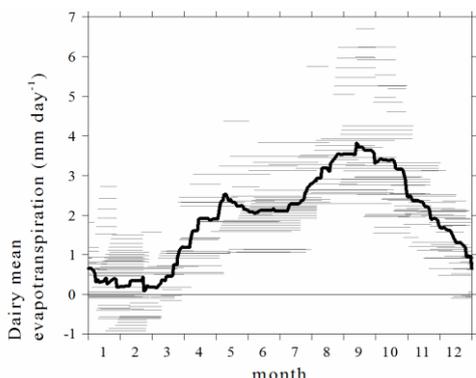


図 2 : No1 流域 損失量の季節変化

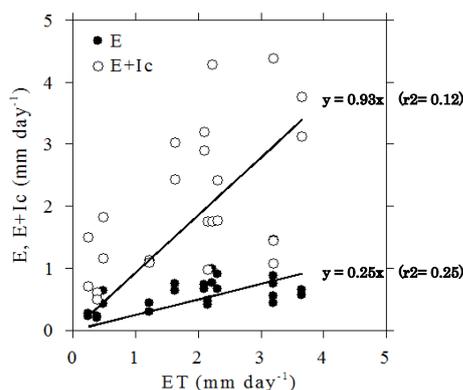


図 3 : 蒸発散量 (ET) と蒸散量 (E)、蒸散量 + 遮断蒸散量 (Ic) の比較

○地下水動態

上記のように、No1 の損失量は蒸発散量の季節変化を示していると考えられた。従って、No3, 4 の損失量の季節変化は蒸発散の季節変化に加えて地下水移動の季節変化を表しているものと考えられる。図 4 に No3, 4 の短期水収支法適用結果を、No1 の結果とともに示す。No3 の損失量は年間を通じて No1 よりも多く、No1 との差をとると、若干の変動はあるものの、季節によらず概ね 0.5~1mm/day 程度である。つまり、No3 においては地下水浸透による損失が降水量などの季節性によらず、年中起こっていることがわかる。従って、No3 では、基岩中の空隙あるいは、基岩中に存在している裂け目などから地下水帯中の地下水が徐々に浸透していることが推測される。

No4 における損失量は年間を通じて No1 より少なく、他流域からの地下水流入が起こっている。そして No1 との差で見ると 4~5 月、9~10 月に大きく地下水流入が起こっていることがわかる。これらの月は降水量の多い月で

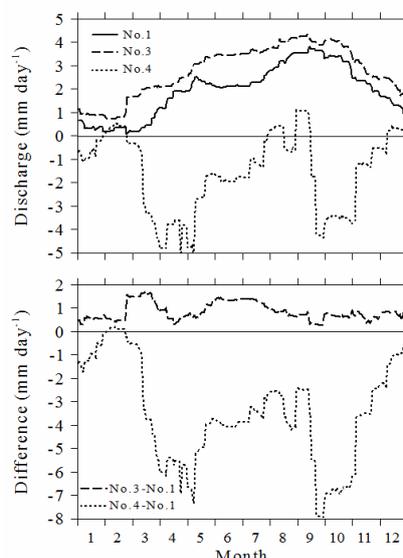


図 4 : 上 : 各流域の 4 年平均の日平均蒸発散量
下 : No3 及び No4 と No1 の損失量の差

あり、No4 の地下水流入が降水時に起こっていることが示唆される。また一方で、2012~2013 年の夏季の渇水時には No4 の流量は No1,3 より少なく、流出が無くなる現象が見られた。これらの結果から示唆される No4 流域の流出特性は以下である。降雨時に地下水位が上昇することにより、隣接する流域との集水界を超えて多くの地下水が流入する。この地下水流入には降雨からの時間遅れが存在するため、No4 流域では降雨後即座には流出量は増加せず、降雨後に緩やかな流量逡減を示す。しかしながら、No4 流域でも同時に深部への地下水浸透が、おそらく No3 流域以上に起こっているために、渇水が続き地下水流入がない時期が続くと急激に流量が低下し、流出水が涸れるものと推測される。

○整備前後の流出量変化

No3 流域における整備前後の HyCy モデル適用結果を示す (図 3)。整備前の流量データを用いてパラメーターを決定し、整備後は同一のパラメーターを用いて計算した。整備前後いずれも流出は良好に再現されており、整備によるハイドログラフへの影響 (平水~渇水時の流出量低下、洪水流出の緩やかな逡減) は確認できなかった。このことから、整備前後において、少なくとも HyCy モデルで確認できる流出量の変化は起こっていないと考えられた。

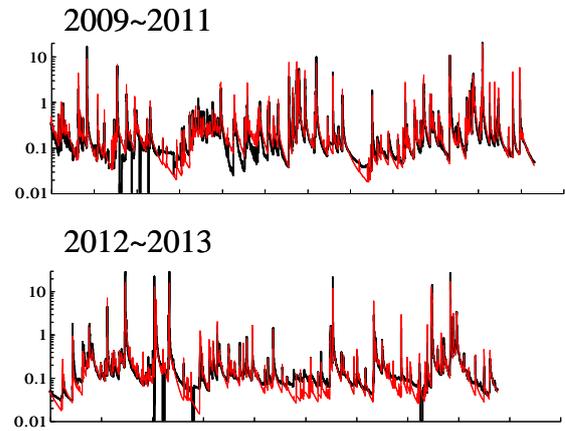


図 5： 森林整備前後の HyCy モデル適用結果

○整備前後の水質変化

整備前後の No3 流域における水質の変化を表 1 に示す。NO₃⁻、NH₄⁺、K⁺の濃度は若干減少しているものの有意な変化ではなく、観測回ごとのばらつきに比べて小さいものである。

表 1： 森林整備前後の水質変化

No3(7ha)		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
整備前(n=46)	平均	38.4	33.7	45.3	107.2	0.3	7.7	220.2	466.1
	標準偏差	8.9	8.0	7.9	13.1	1.0	5.5	41.9	95.6
整備後(n=23)	平均	37.5	30.2	39.3	110.9	0.0	6.0	247.6	471.3
	標準偏差	5.2	11.7	7.1	16.3	0.0	3.3	41.9	71.1

② 大洞沢における土砂流出動態

a. 斜面における土壌侵食と栄養塩流出

土壌中に含まれる放射性セシウム濃度の分布から流域の土壌侵食強度を推定して図化したところ下層植生のほとんどない流域末端部に侵食場が分布していると考えられた。また、土壌中の放射性セシウム濃度が低く侵食場と推定された地点では、土壌中に含まれる炭素や窒素量も少なく、土壌侵食に伴い栄養塩の流亡も進行している可能性が考えられた。これらのことから、長期的に下層植生の乏しい状態が続くことで土壌が貧栄養化して植生が侵入・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。

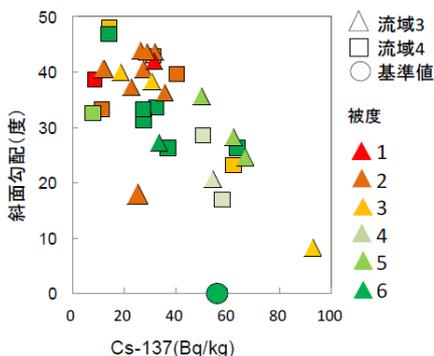


図 6 植生被度ランクごとの ¹³⁷Cs 濃度と斜面傾斜の関係

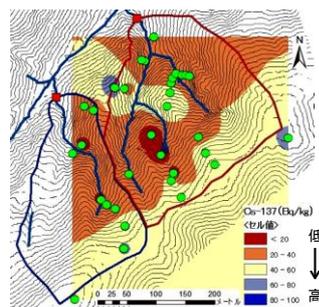


図 7 流域内の ¹³⁷Cs 濃度の分布

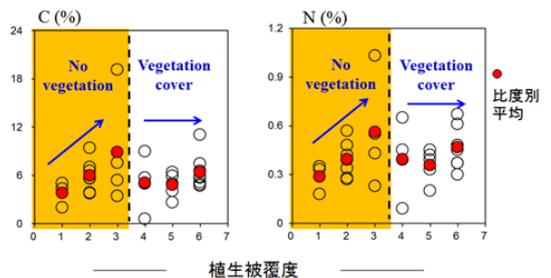


図 8 植生被度クラス別の土壌炭素 (左) と土壌窒素 (右)

b. 斜面の土砂生産の実態とその特徴

斜面プロットの3年間の土壌侵食観測結果から、流域N03と流域N04の斜面からは年間を通して土砂が生産されていた。土砂の生産は、降雨の比較的少ない初春から初夏に多くなることもあり、融雪が土砂生産に影響している可能性も考えられた。生産された土砂のうち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みられた。このことから、降雨に起因する土砂生産現象は、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。

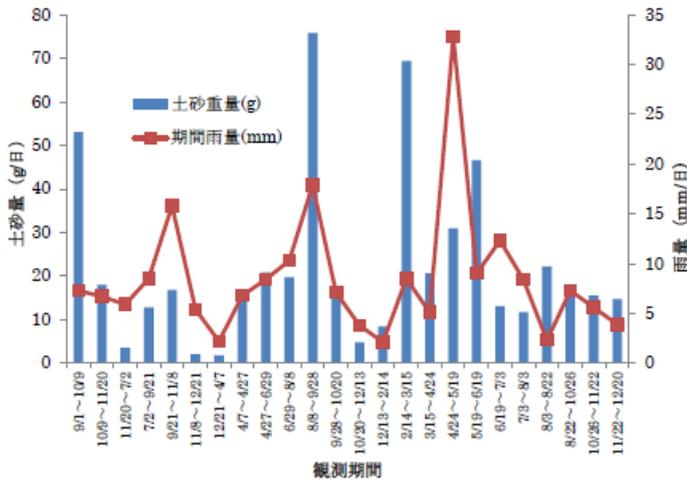


図9 期間平均降雨量と期間土砂量の関係 (プロット3-1)

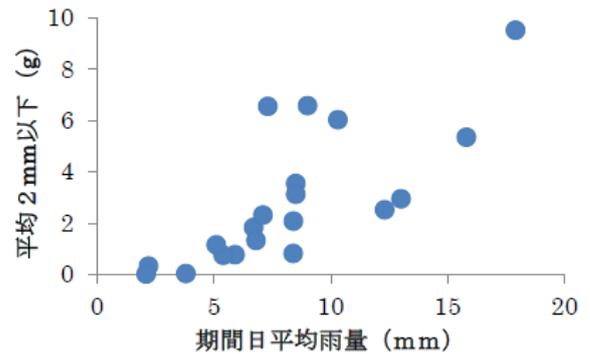


図10 2mm以下の土砂生産量と雨量関係 (プロット3-1)

c. 斜面から溪岸における土砂貯状況

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。

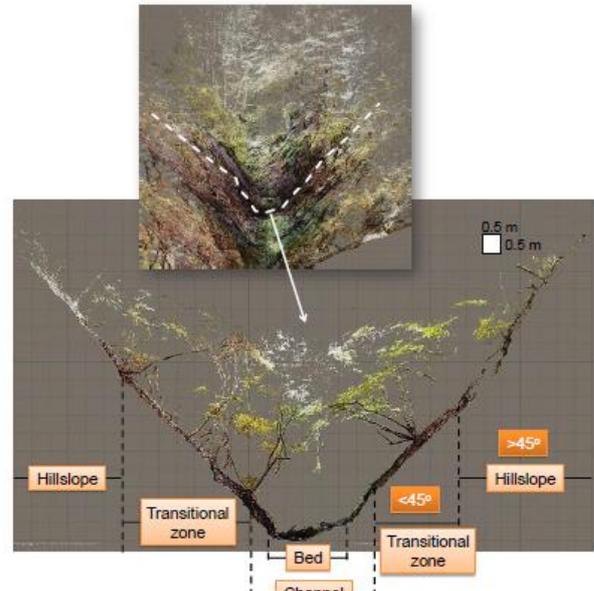


図11 点群データによる対象区間の正面図 (上) と作成した横断面図の一例 (下)

③ 三次元河道地形計測

平成25年7月(台風前)に加え12月(台風後)の河道地形の三次元点群データを取得した。今後は、得られたデータから2時点の比較を行うが、植生の多い自然地形における地上型レーザー測量点群データの比較については、自動化された手法は確立されていないため、先ずある程度のノイズの除去など、データのスクリーニング作業の後に比較検証する必要がある。

(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。
- ・蒸発散量については大まかに季節性を捉えることが出来たが、予測精度の向上のためには今後も継続したデータ収集とモデル化の試みが必要である。
- ・地下水動態については、特に No4 流域においては流域の特性上、水収支を算出できる期間が少ないため、更なる観測を通じてデータ数を増やし、より詳細な把握を行う必要がある。また、得られた地下水動態に関する知見をモデル化し、流出量の予測に繋げることが課題である。
- ・現時点では整備前後の流量・水質の変化は見られず、森林整備が流量・水質に与える短期的な影響は小さかった。一つの可能性として、鹿柵の設置から植生の回復までに時間遅れが生じていることが考えられる。今後も同様の手法でデータを蓄積し、中長期的な影響を評価することが必要である。また、現在No4流域でのみ、土壌水・地下水の観測を行っているが、森林整備の影響が渓流水に至るまでのメカニズムについて明らかにするためにはNo3の流域にも土壌水・地下水観測を拡張し、より詳細に観測を行う必要がある。
- ・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ために、基本的なモニタリングを継続する必要がある。

(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

- (1) 課題名 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
Bc. 貝沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (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) 研究方法

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（以下の①、②）は、東京農工大学への受託研究により実施した。

また、平成24年度後半に流域1の森林施業を行ったことから、貝沢流域全体の施業後の空中写真撮影、施業後の林床植生調査を行った。本業務はフォテク（以下の③）、新日本環境調査（以下の④）が受託して実施した。（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、水収支等の基礎的な解析を行った。また、これまでの観測データから、平成24年度の流域1における森林施業の前後での水流出の変化を検証するための解析を行った。さらに、試験流域の基礎的な水流出特性を把握するために流域内の表流水の水温・pH・ECを多地点で測定した。

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。特に平成25年度は、渓流水質に影響を及ぼし易い溪流沿いと部分皆伐採地における、無機態Nの動態とその溪流および樹木への初期的な影響を調査した。

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、林外雨水質分析と土壌中へのイオン交換樹脂埋設による無機態窒素の動態把握、渓流水質分析、細根動態の基礎調査である。

③ 森林施業後の空中写真撮影

平成24年度に行われた貝沢の間伐実施後の空中写真を撮影し、オルソデータを整備した。

④ 森林施業後の林床植生調査

平成24年度に行われた貝沢の間伐の直後の下層植生状態を把握するために、平成25年9月に植生調査、光環境調査を実施した。

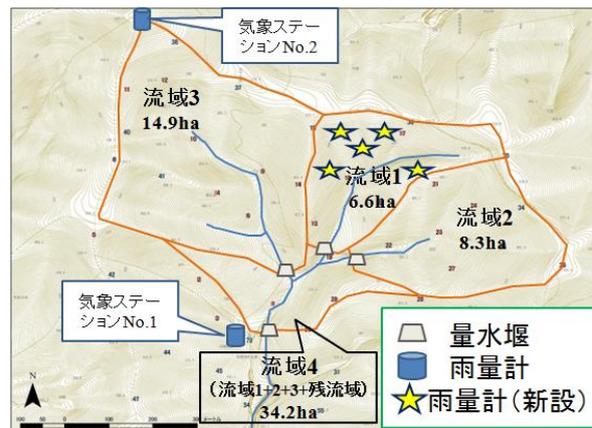


図1 貝沢（流域1～4）



図2 流域1の群状伐採か所と物質循環機構の測定地点

(7) 結果の概要

貝沢では、平成24年度の森林施業（間伐、木材搬出）による水や土砂の流出への短期的な影響を検証するとともに、並行して流域の基礎的な流出特性を把握するための調査を継続して行った。その結果、下木植栽のための群状伐採地では、下木の生育に必要な光環境を確保できたことが検証でき、森林施業の翌年までの水や土砂への短期的な影響について把握することができた。溪流沿いのかく乱を極力避けたためか、通常みられる施業に伴う負の影響は現時点では見られない、または非常に緩慢であり、今後も継続して検証していく必要がある。

個別調査ごとの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 水流出特性

・ EC・pH分布

流域1～3の表流水について全6回・日（5、6、9、11、1月に各1～2回）EC・pHを多地点で測定したところ、EC：4.0～24.0mS/m、pH：6.3～8.1であった。一方、林内雨の平均は、EC：3.2mS/m、pH：6.2であった。

いずれの調査日においても、同じ地点での相対的なECの大小関係は大方一致していた。したがって、流域内の流出機構は年間を通じて大きな変化もなく比較的安定していると考えられた。特にECの値が高かったのは、流域2支流1上流部（標高410～440m付近）・流域3支流上流部（標高460m付近）、次いで、流域2本流（420～440m付近）であった。これらの地点では、多量の地下水が貯留してある帯水層を流出経路とし、長い時間をかけて湧出していると考えられる。反対に特にECの値が低かったのは、流域1本流上流部（標高510～550m付近）・流域2本流最上流部（標高450～490m付近）であった。これらは、地中水の滞留時間が比較的短い流出と考えられ、位置が同じ尾根の左右であることから土壌や基岩の水理条件の類似性によるものと考えられる。

pHの最大値は同一調査日では各溪流で概ね近い値に収束しており、大半がpH7.5～8.0となっていた。pHの最小値は各調査日の各溪流でばらつきがあったが、いずれも谷頭付近で最小を記録しており、大半がpH6.5～7.5となっていた。ECとpHは流域2本流の最上流部付近など一部で強い相関が見られ、各溪流の全体的な変動の様子は概ね類似していた。また、流域1の常時発生している谷頭の地表水は、ECおよびpHが林内雨の値に近い値であり、土壌の透水性が極めて低く、降雨の浸透が著しく遅いため常時水の滞留が発生していると考えられた。

地下水流出による影響で高いEC値となったと考えられる地点を除くと、EC・pHとも、全国の大学演習林における値と比較して同程度であり、一般的な森林流域の値と言える。

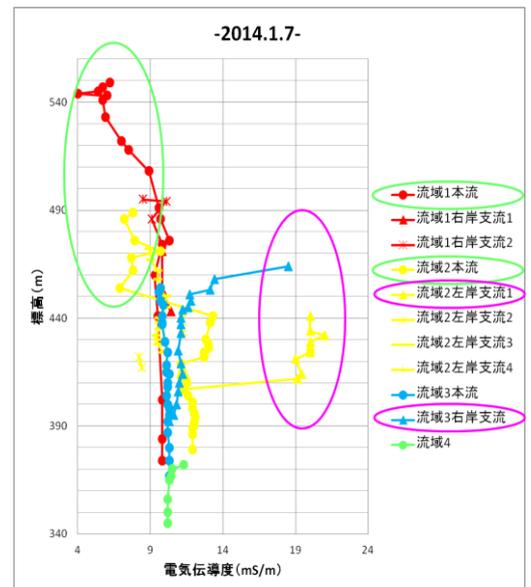
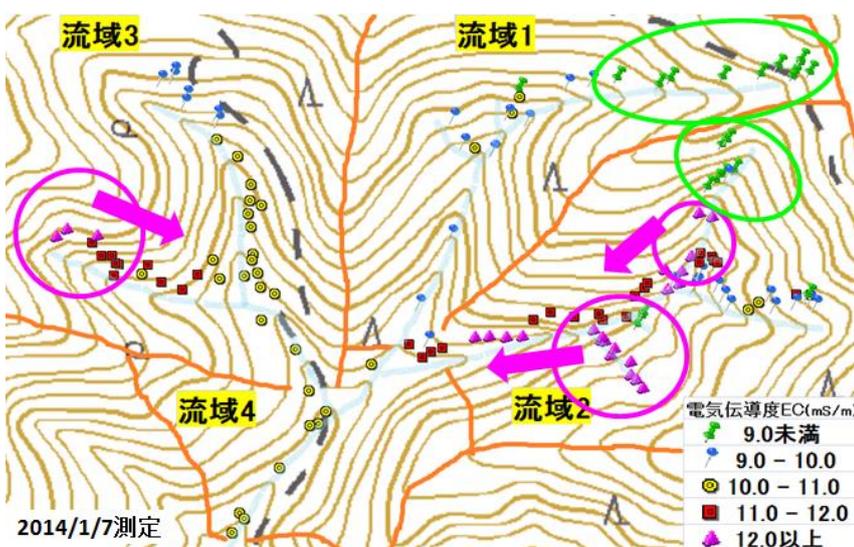


図3 貝沢水文試験地における地表水ECの分布
（ピンク丸：ECが相対的に高い地点、緑丸：ECが相対的に低い地点）

・水温変化

3月前後で気温が水温を上回り、10月前後に気温が水温を下回る傾向が窺えた。季節によって各量水堰の水温の大小関係は異なるが、年平均水温で比較すると、量水堰2<量水堰4<量水堰1<量水堰3、の順であった。特に、年間を通じ、量水堰2では低く、量水堰3では高い傾向が認められた。

量水堰での降雨に伴う水温への影響は、起こる場合と起こらない場合があり、降雨による影響よりも気温による影響の方が大きいと考えられる。降水（降雨・降雪）に伴う水温変化を見たが、量水堰での連続観測による水温の解析では、降雨直後の流域全体としての総合反応を示していると考えられ、直接流出および地下水流出による各流域の影響の差を確認することはできなかった。

・量水堰の機能チェック

量水堰3では、新しく測定した実測値が理論値より、やや大きい値となった。再度測定を行い、複数パターンでのゲージ水位の測定から、改めて精度確認を行う必要がある。一方、量水堰1, 2, 4では2010年測定時から機能がほぼ維持されており、安定した精度の高い水位データが測定できていると考えられる。

・気象ステーションの気温観測値の比較

気象ステーションNo. 1とNo. 2の関係から、2地点間の気温は、測定地点の地理的条件の差によって左右されているが、年間を通じて見ると関係性は安定している。従来通り気象ステーションNo. 1とNo. 2の気温を平均化して扱うことが適切と考えられる。月別平均気温をアメダスの各地点と比較すると、気象ステーションNo. 1, No. 2平均≒小河内アメダス≦大月アメダス<八王子アメダス、の順であった。特に小河内アメダスの日平均気温と対応関係が良好であることから、万が一、気象ステーションが不具合を起こした場合、日平均気温に限り、小河内アメダスの気温観測値で代用可能であると考えられた。その場合、冬期では小河内アメダス観測値がわずかに低く、夏期では小河内アメダス観測値がわずかに高くなる傾向があり、各月の近似式を用いて、小河内アメダスから貝沢水文試験地の気温へと換算することが得策である。

・雨量計の精度

新たに群状伐採地に設置した雨量計のデータを踏まえると、雨量計No. 1は精度が著しく悪く、雨量計No. 2は雨量を過小観測していると判断できた。伐採地雨量計CH1, 2, 3, 4の計4か所は観測雨量が同等であり信頼できると考えられ、CH5は雨量を過小観測していると考えられた。

・貝沢降雨量の推定

各雨量データから検討し、貝沢水文試験地の降雨量は相模湖アメダス降雨量の105%程度であると推定された。ただし、伐採地雨量計の観測は2013年6月から12月までの7か月間の値を用いたため、1年間以上のデータで再度検証する必要がある。

・水収支

相模湖アメダス降水量105%を用いて水収支解析をしたところ、流域1, 2, 3, 4の中だけで、大部分あるいはすべての水のやり取りが成立していると考えられた。隣接する流域1~3では、地形分水界と地下水分水界の相違があり地中で流域2, 3からそれぞれの隣接流域である流域1に地中水が多く流入している可能性、または、地下深部浸透量が流域1で少量、流域2, 3で多量である可能性、が考えられる。

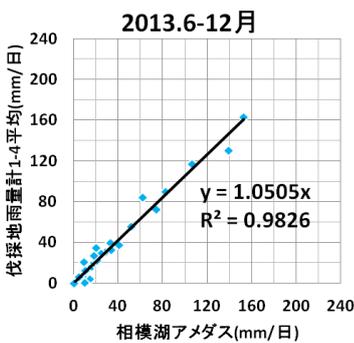


図4 伐採地雨量計1-4平均と相模湖アメダスの日雨量の関係（2013年6-12月）

表1 伐採前期間の水収支

伐採前 2011.5-2012.9	雨量計No.2 降水量(mm)	相模湖アメダス 降水量105%(mm)	量水堰1 流量(mm)	量水堰2 流量(mm)	量水堰3 流量(mm)	量水堰4 流量(mm)
12か月換算	1628	2285	1505	1135	1059	1032
12か月損失量	雨量計No.2 相模湖アメダス105%		124 780	494 1150	570 1227	596 1253

欠測期間および観測値の不確かな期間（2011年9,10月、2012年3,7月）を除く

表2 伐採後期間の水収支

伐採後 2012.11-2013.12	雨量計No.2 降水量(mm)	相模湖アメダス 降水量105%(mm)	量水堰1 流量(mm)	量水堰2 流量(mm)	量水堰3 流量(mm)	量水堰4 流量(mm)
12か月換算	1435	1696	946	618	654	734
12か月損失量	雨量計No.2 相模湖アメダス105%		489 750	817 1078	781 1042	701 962

欠測期間および観測値の不確かな期間（2012年11月、2013年11月）を除く

・EC分布と水収支の総合考察

地形分水界と地下水分水界の相違による流入があるとすると、地下水ではない、浅い流れ(土壌水)が流域2,3から流域1に流入していると考えられる。流域2,3で発生する地下深部浸透は、流域4内で流出することなく、そのまま流域4の山体深部を通過し、量水堰を経ずに流域1,2,3,4外へ流出が起こっている可能性が高い。

・森林伐採整備による流量と土砂流出量の変化

流域1において行われた間伐は、本数割合で約21%に相当する。間伐の前後における流出量の変化を比較した。これを定量評価するため、伐採前の流量データ、および伐採後のデータについて、流域2流量から推定される流域1伐採前流量、流域1伐採後流量を算出した。算出にあたっては、各期間の流域2の日流量データから、上記の2つの回帰式を用いて流域1の日流量を推定し、期間ごと合計流量を算出することで、流域1の年間流出量を計算した。その結果、伐採前と後のデータ期間では降水量に差があったが、いずれの算出でも年間60mm程度の流出量の増加となった。降水量の大小にかかわらず年間の流域1流量の増加量が60mmでほぼ同一であったことは、基底流出量が一律0.15mm/日程度増化したものと考えられる。

流域1の土砂流出量は、流域2との比較において、森林整備後に増加せず、減少した。森林整備により土砂流出の抑制が発生したとも考えられるが、森林整備後の降水量が少ないこともあり、引き続きデータの蓄積が必要である。

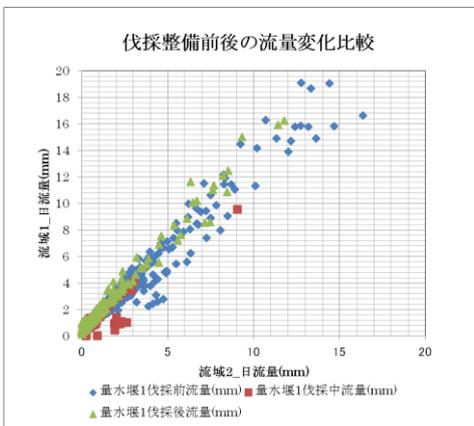


図5 伐採整備前後の流量比較 (日流量 20mm 以下)

表3 伐採整備による流域1流量の変化

期間	降水量	流域1 流量 実測値	流域2 流量 実測値	伐採整備前		伐採整備後		単位 mm
				回帰式 による流域1 流量の推定 (A)	回帰式 による流域1 流量の推定 (B)	整備後の 流域1 流量増加量 推定値 (B)-(A)		
2011年5月から 2012年4月 (伐採整備前)	2432.3	1946.7	1509.9	1965.5	2018.4	52.9		
2013年2月から 2014年1月 (伐採整備後)	1632.2	975.7	638	926.9	990.6	63.8		

② 物質循環特性

・上方、側方から溪流への有機物流入量

有機物供給量は間伐作業に伴う枝葉の落下によって大きく増加したが、間伐1年後にはほとんど影響がみられなくなった。2012年の間伐で供給されたCPOM(水中に存在する粒状物質のうち1mm以上の大きさのもの)が溪畔または溪床で分解され、2013年にはMPOM(水中に存在する粒状物質のうち0.25mm~1mmの大きさのもの)となり堆積速度が増加することが示唆されたものの、間伐の影響は少なくなっていると考えられた。

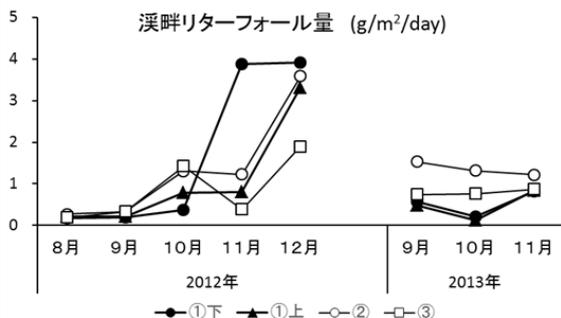


図6 上方からのリターフォールによる有機物供給量(溪畔のスギ林)

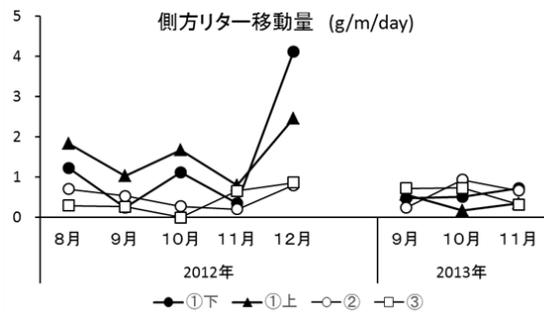


図7 側方の有機物移動量(溪畔スギ林)

・ 溪流内の堆積有機物の動態、土壌中の無機態窒素の動態の把握

間伐直後の溪流内有機物CPOMのC/Nが高かったこと、MPOMでは間伐前後、流域間で傾向が見られなかったことから、間伐によって比較的新しい有機物が供給され、分解されず堆積しているということが示された。2012年時点のMPOMの起源は今年度供給された有機物ではなく、それ以前に供給されたものであるため、養分動態に変化が見られなかったと考えられた。間伐1年の2013年には、MPOMのN含有率の上昇がみられたものの、対照流域でも同様の傾向がみられたため間伐による顕著な影響とは考えにくく、2013年9, 10月に襲来した台風による攪乱である可能性が高い。なお、2013年のMPOMのC/Nは、間伐した流域①の上流の瀬において若干の上昇がみられたものの、間伐・未間伐にかかわらず大きな変化はなく14前後であった。このことから、間伐や台風などのさまざまな攪乱要因が溪床有機物に影響を及ぼしても、分解によってサイズが小さくなることでC/Nは一定の値に収束するということが示唆される。

溪畔における平成25年（2013年）の無機態N移動速度は、間伐した流域①、対照の流域②、③にかかわらず、間伐以前の2011年と著しい変化はみられなかった。間伐の影響が顕著にみられないのは、溪畔ではできるだけ攪乱を避けた丁寧な間伐を行い、溪流沿いの著しい伐開を行わなかったことが反映されていると考えられる。

山腹から尾根のスギ林およびヒノキ林における2013年の無機態N移動速度もまた、部分皆伐や間伐による影響は顕著ではなかった。これは、伐採によって林床に大量の未分解の有機物が供給され、枝や樹皮の場合C/Nが高いため微生物による窒素有機化が盛んになることが影響している可能性がある。今後、平成26年（2014年）に同調査を継続し、特に春先の部分皆伐した区域の表面乾燥が及ぼす影響や、間伐2年目に進行する有機物の分解無機化による無機態N移動を捉え、渓流水への影響をモニタリングして行く必要がある。



写真1 施業後の溪流沿いの状況 (H25. 4. 18 撮影)

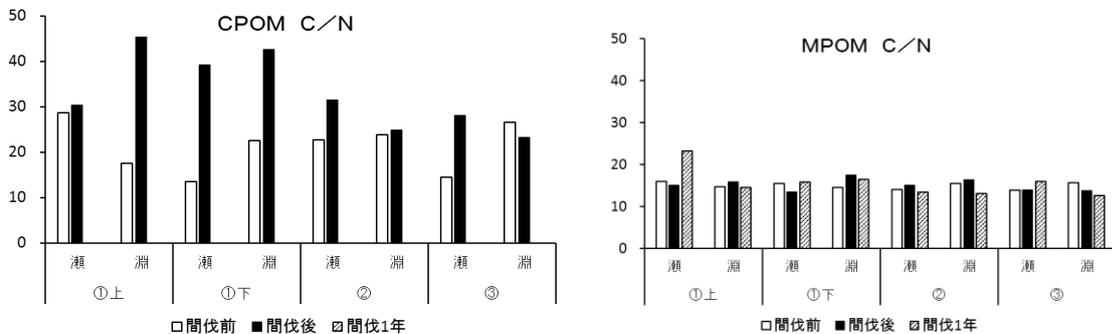


図8 溪床堆積有機物のC/N 左：CPOM、右：MPOM

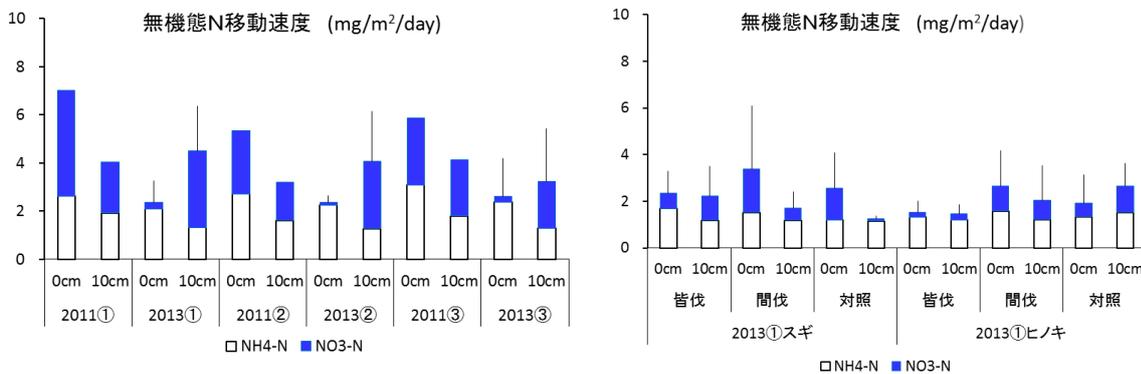


図9 土壌表層の無機態N移動速度

左：溪畔のスギ林、右：山腹から尾根のスギ林とヒノキ林 エラーバーはS.D.

・ 溪流水質の動態把握

溪流水中の溶存無機イオン濃度にも、間伐前後および間伐1年後を経過して、間伐の顕著な影響はみられなかった。NO3-はいずれの流域においても夏～秋にかけて高まり、2013年ではその傾向が強くなり、盛夏に生成したNO3-が、台風の大雨で地表からの直接流入した影響が示唆された。また、母材の風化や海塩由来でもたらされる割合が高いイオンは、逆に2013年の秋に濃度が低下しており大雨の直接流入量が増加することによる希釈効果が表れていると考えられる。なお、前項で述べたように間伐1年後の2013年では、まだ表層土壌の無機態N移動速度が部分皆伐や間伐によって促進されていることはなく、溪流水質の結果とも一致している。有機物の分解には時間がかかるため、今回の間伐の影響が溪流内MPOMや水質に影響が表れるまでには時間がかかると考えられる。したがって今後は、溪流への影響がどれだけ続くか、また搬出など他の作業による影響はどうかということを知るためにも、引き続き調査が必要である。

③ 森林施業後の林床植生

間伐翌年の下層植生状況を把握するため、下記の既存・新規プロットにおいて植生調査・光環境調査を実施したところ、群状間伐箇所の開空度の平均はおよそ30%であり、複層林化に向けた植栽環境の確保という面で概ね目標を達成していた。草本層の植被率は、開空度の大きい群状伐採プロットで高かった。草本層の植被率が最も低かったのは、定性間伐プロットであり、除伐の影響が考えられた。

表 4 植生調査プロット

調査プロット区分		プロット数	調査プロットNO
既存プロット (H20植生調査)	H24群状間伐箇所	1	18ヒ (群状間伐②)
	H24定性間伐箇所	4	13ヒ、16ス、17ヒ、19ヒ
	H24整備なし箇所	6	6スヒ、9ヒ、11ス、12ス、23ヒ、24ス、
新規プロット	H24群状間伐箇所	4	群状間伐①、③、④、⑤
計		15	

※プロットNOの「ス」はスギ、「ヒ」はヒノキでプロットの林相を示す。

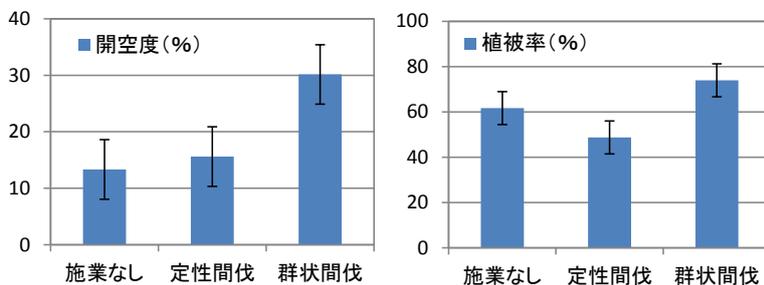


図 10 施業別のプロットの開空度と草本層植被率



写真 2 群状間伐箇所の状況

(8) 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) 神奈川県の貝沢試験流域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

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 2-1. 効果的な水源林の整備・移管する研究開発
B. 対照流域法による総合モニタリング
Bd. ヌタノ沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (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こととなっている。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ておく、森林の操作後に比較できるようにデータを整備する必要がある。そこで、西丹沢のヌタノ沢試験流域において事前のモニタリングを行った。

(6) 研究方法

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、事前モニタリングを継続した。以下の②～⑥は相互地質（株）が受託して実施した。（調査方法の詳細は、委託報告書参照）

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 湧水調査

流域内の湧水点（A沢1か所、B沢2か所）において、10月3日、12月22日の2回、湧水調査を行った。湧水3か所と既存の流量観測地点（全8地点）において流量、水温、pH、ECを実測し、サンプルを採取して水質分析した。

③ 既存調査プロットの林床被覆率調査

林床被覆状態の時系列変化を把握するため、既存の植生・土壌深度調査プロット計12地点において、9月3日、11月2日、12月21日の3回、植生定点撮影プロット（50cm×50cm）での写真撮影を行った。撮影した写真は、画像処理により林床被覆率を算出した。また、9月と12月の撮影の際には、天空写真を撮影し樹冠の開空度を算出した。

④ 出水に伴う土砂流出量調査

台風等による出水によって量水堰に土砂が堆積した際に、堆積の形状等の状況を写真等で記録するとともに、堆積土砂量を計測した。併せて、上流の踏査により崩壊等の有無を確認し、洪水痕跡等について現地観察結果を記録した。

⑤ 既設堰堤の堆砂量の推定

流域内の既設の治山谷止工に関する施工資料及び現在の現場状況から、各既設堰堤の上流側の堆砂土砂量を推定した。

⑥ 浮遊土砂の生産起源推定のためのサンプル採取

放射性同位体をトレーサとして流域末端（量水堰）に流出する浮遊土砂の起源を推定するために、流域内で土壌サンプルを採取した。流域内の既存の調査プロット24地点（植生・土壌深度調査12地点、土壌深度調査のみ12地点）のうち、尾根部に位置するの9地点にお

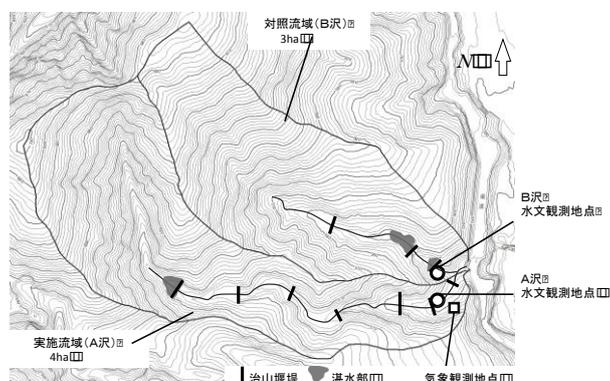


図1 ヌタノ沢試験流域

いて表層から20cm深さまで、その他斜面等の15地点において表層から5cm深さまでの土壌をそれぞれ層位別に採取した。採取したサンプルは、105℃で24時間乾燥させ重量を計測し、粒径2mm以下と粒径2mmを超えるものに区分して、それぞれ乾燥重量を測定した。粒径2mm以下のものをセシウム濃度分析試料とするため1サンプルずつU-8容器に詰めた。2mm以上および2mm以下のサンプルの一部(50g程度)は、450度2時間の強熱減量により、強熱減量前の重量と減量後の重量から有機物含有量(%)を算出した。

積算浮遊土砂サンプラー(長さ1.0m、内径98mmの塩ビパイプで両端の蓋に4mmの穴をあけたもの)を作製し、流域内の3か所に設置した。(A 沢量水堰上流端の谷止工放水路上流側、A 沢最上流の谷止工の上流、B 沢量水堰上流端の谷止工放水路上流側)

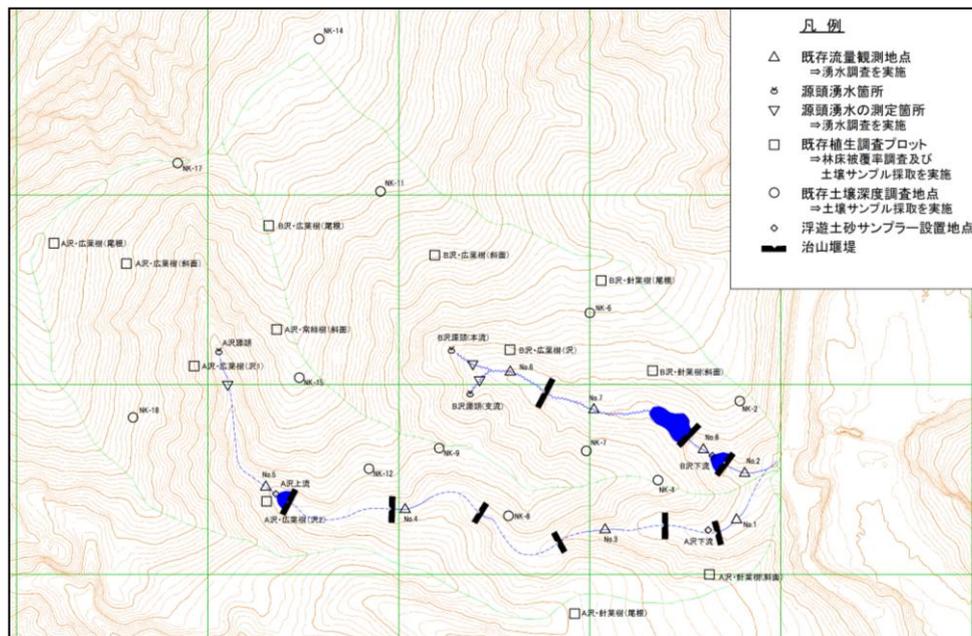


図2 ヌタノ沢流域における各種調査の位置図

(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。

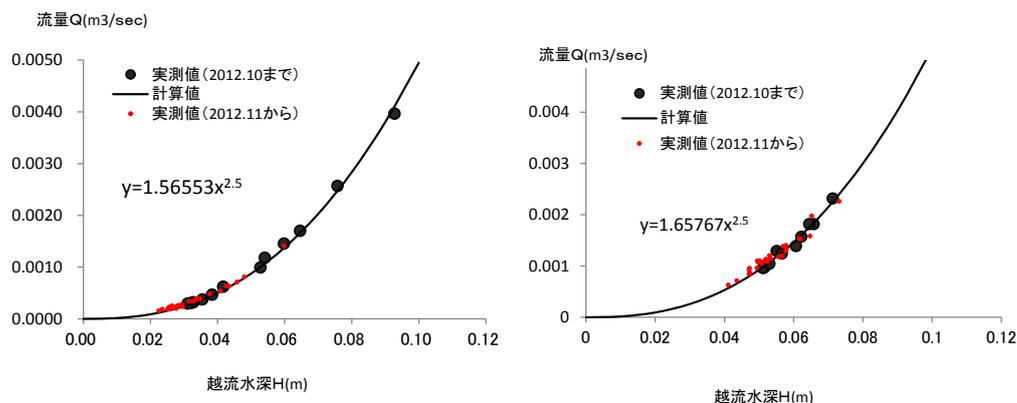


図3 実測値と計算値の比較(左:A 沢、右:B 沢)

② 2013年1月から12月の降水量

2013年の年間降水量は、1964mmであり、2011年(4~12月)の3063mm、2012年の2691.5mmよりも少なかった。2011~2013年の月別降水量を比較したところ、2013年は特に6~7月の梅雨の降水量が少なく、それ以降も9月、10月の台風を除くとまとまった降雨が少なかった。

これらの月別降水量を丹沢湖アメダスと比較したところ、強い相関がみられ、ヌタノ沢の降水量は丹沢湖アメダスの105%程度であった。さらに、丹沢湖アメダスの過去37年の年間降水量の平均値は2184 mmであることから、ヌタノ沢の平均的な年間降水量は、2300 mm程度と推測される。また、丹沢湖アメダスの2011年～2013年の各年間降水量は、過去37年間の年間降水量の多い順から2位(2011年)、10位(2012年)、31位(2013年)であることから、ヌタノ沢においても2013年の降水量は例年よりもかなり少ないほうであったと推測される。

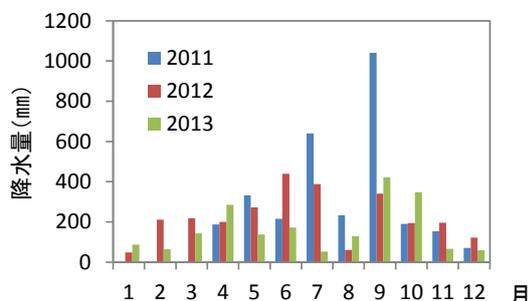


図4 ヌタノ沢の月別降水量

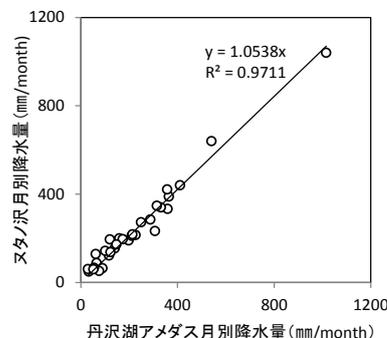


図5 ヌタノ沢と丹沢湖アメダスの月降水量の関係

③ 2013年1月～12月の流況

2013年は降水量が少なかったことから、A沢では12月上旬より量水堰での越流がみられなくなった。その後は降雨に伴い一時的に越流がみられる程度であった。

日流量の最大値は、台風18号の襲来した9月16日に記録され、A沢で44.3 mm/day、B沢で49.8 mm/dayであった。A沢では量水堰の湛水部に土砂の堆積がみられ、堰の脇(右岸側)に水があふれた形跡があった。

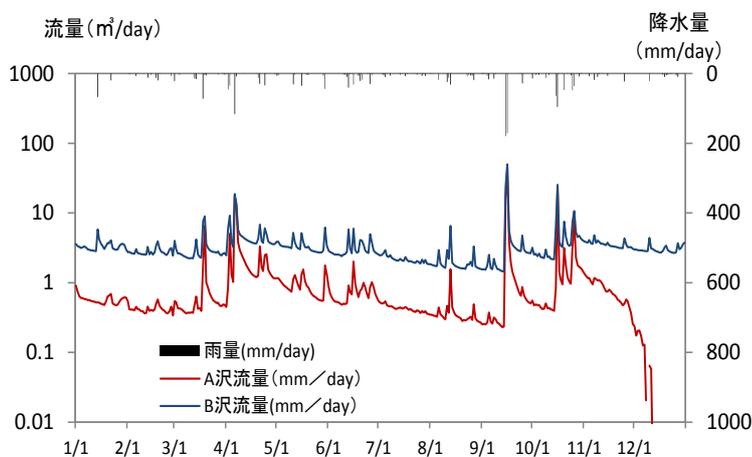


図6 ヌタノ沢のハイドログラフ (2013.1～12)

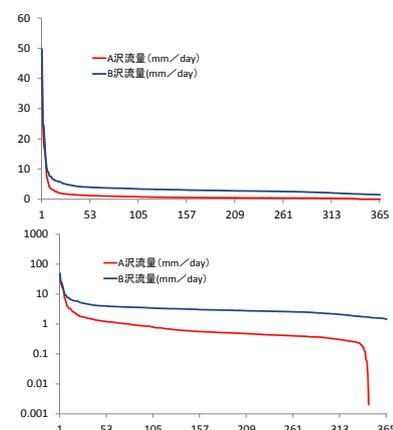


図7 流況曲線 (2013.1～12)
(下図は対数目盛)

④ 水収支

一般的に流出率(流出水量/降水量)は降水量が大きいほど大きい傾向があるが、全国の他の試験流域の観測事例と比較して、B沢の流出率(2012: 68.1、2013: 63.6)は比較的標準的であるが、A沢の流出率(2012: 33.1、2013: 19.2)は最も小さいレベルである。流域面積が比較的小さいため、現地の局所的な条件が大きく反映していることが考えられる。

表1 ヌタノ沢の水収支 (2012、2013)

	2012			2013		
	降水量	流出水量	損失量	降水量	流出水量	損失量
A沢(4ha)	2692	892	1880	1964	378	1586
B沢(3ha)	2692	1884	808	1964	1249	715

⑤ 直接流出量

2012～2013年の主な降雨事例について、直接流出量を算出した。一雨雨量が大きくなるほど直接流出量も大きくなり、一雨雨量 50mm 以上で直接流出量の増加率が大きくなった。大洞沢や貝沢と比較すると、200mm以上の一雨雨量に対する直接流出量が小さかった。直接流出量に関しては、降雨直前の初期水分状態や降雨強度も影響しはらつきが大きくなるうえ、地質等の条件も影響することから、今後もデータを蓄積して検討する必要がある。

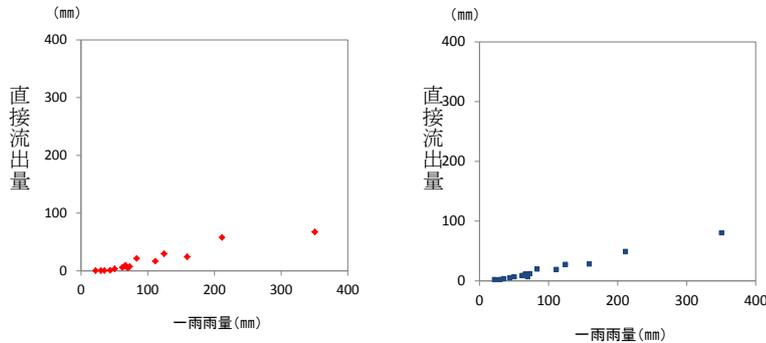


図8 一雨雨量と直接流出量の関係 左：A 沢 右：B 沢

⑥ 洪水時観測

2013年は、洪水時の自動採水器による河川水のサンプリングを行い、9/16、10/9、10/15-16、10/25-26の4回の出水時の河川水を採取することができ、イオンクロマトグラフによる水質分析（全4回）とSS分析（10/9サンプルを除く3回）を行った。

9月15～16日の出水時の観測事例では、A 沢、B 沢ともに降雨に伴って直ちに流量が増加し、流量のピークに対応して濁度にもピークがみられた。一連の降雨の後半で採取した河川水のSSは、濁度の値と連動して増減がみられた。10分間隔で連続測定したECの値は、降雨に伴い低下した。これは、降水のEC値が0.87ms/mであったため、降水由来の成分の流出によるものである。また、本観測事例では、A 沢とB 沢の洪水時の流量は同程度であるが、降雨に伴うEC値の変動の違いから、A 沢のほうが流出水に占める直接的な降水由来の成分の割合が限定的であると考えられた。これは、B 沢のほうが源頭の湧水から量水堰まで水域が常時連続しているが、A 沢では上流のいくつかの堰堤の堆砂域で伏流しがちであることなど水域が不連続であることが影響している可能性が考えられた。

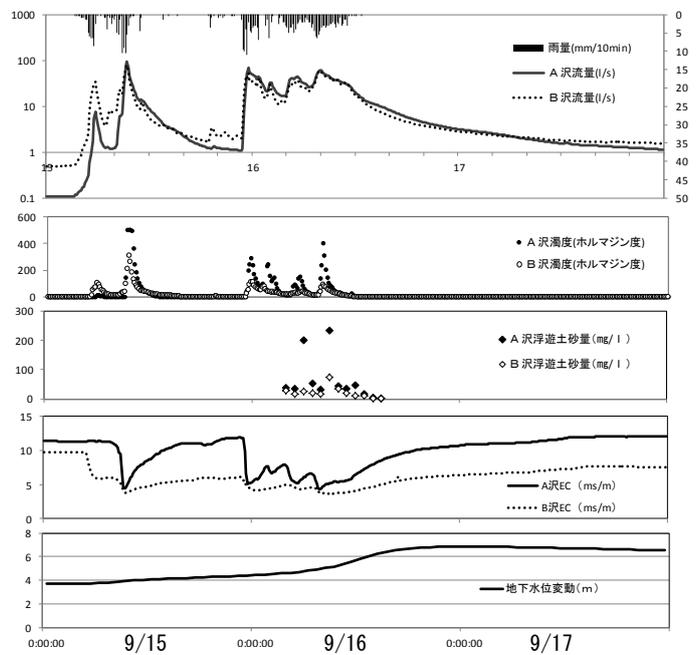


図9 洪水時の観測例 (2013. 9. 15-17)

⑦ 湧水調査

流域内の下流の定点と比べて、源頭湧水では、A 沢とB 沢ともに10月と12月での流量の差が小さかった。また、A 沢、B 沢それぞれの流域内での流量の変動については、これまでの観測結果と同様に、B 沢の流量は上流から下流にかけて連続的であるのに対し、A 沢では測点ごとのばらつきが大きかった。なお、A 沢の定点5では、いずれの測定日も表流水がなく、10月3日測定では欠測、12月22日測定では定点5の下流堰堤の水抜きで流量測定と水質測定を行った。

電気伝導度は全般的に下流ほど値が高い傾向がみられた。流域別では、B 沢では湧水から下

流の定点まで比較的安定していたが、A 沢では値にばらつきがみられた。

硝酸濃度では、全般的に植物の生育期にあたる 10 月よりも植物の休眠期にあたる 12 月のほうが高い値であった。

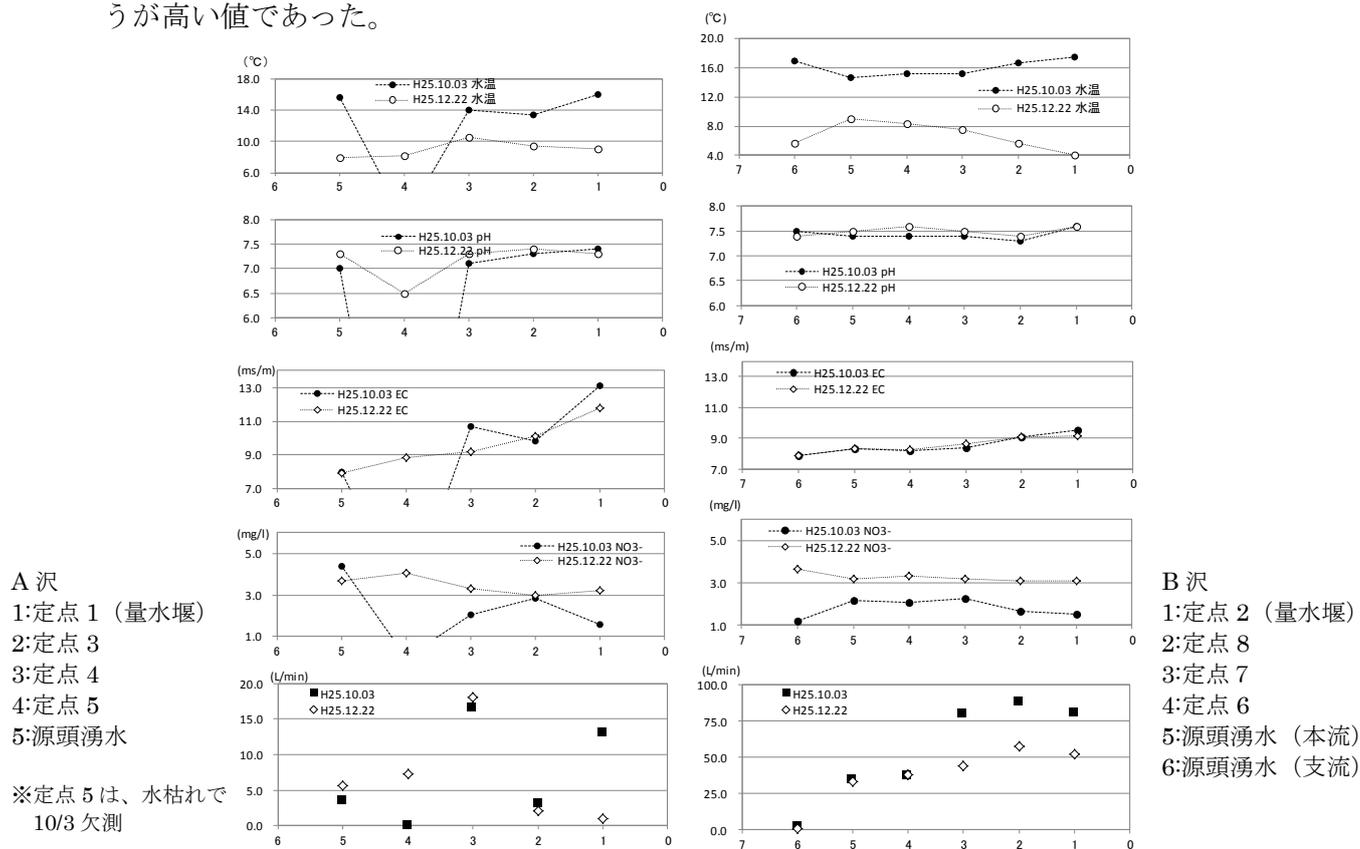


図 10 湧水・溪流観測地点の水温、pH、電気伝導度、硝酸濃度、流量

⑧ 既存調査プロットの林床被覆率調査

大多数の地点で植生の生育は良好でなく、ごく一部のプロットを除き林床の被覆の主体はリターであった。また、針葉樹は、時期による被覆率の差が相対的に少なかったが、広葉樹は差が大きかった。広葉樹では、全般的に落葉期に被覆率が最も増大する傾向にあるが、一部に異なるプロットもみられ、局所的な地形条件によって降雨による流失が生じている可能性が考えられた。

樹冠開空度は、9 月 3 日と 12 月 21 日に天空写真を撮影して算出したところ、常緑樹では季節による違いはほとんどなく、落葉広葉樹の特に尾根のプロットで落葉期の開空度の上昇が顕著であった。

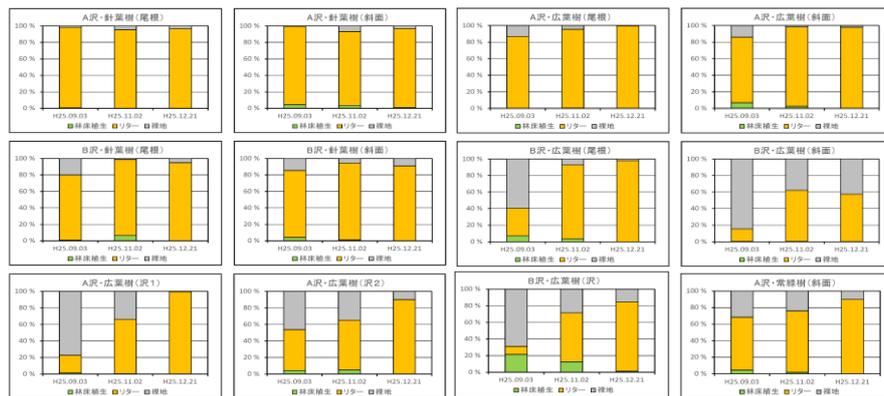


図 11 各プロットの林床被覆率 (H25. 9. 3、11. 2、12. 21)

⑨ 出水に伴う土砂流出量調査

H25. 9. 15~16 の台風 18 号の影響で累計 350. 5mm の降雨があり、A 沢量水堰の一部に土砂の堆積がみられた。土砂堆積量の測定結果は 0. 94 m³ であり、上流域では、A 沢・B 沢とも斜面崩壊や顕著な河床堆積土砂の移動は特に認められなかった。

⑩ 既設堰堤の堆砂量の推定

河道中心線における比高差と代表断面における堆砂幅(沢幅)に基づいて、堆砂量を推定した。

表 2 既設堰堤の推定堆砂量

流域区分	堰堤	推定堆砂量 (m3)	推定の根拠
A 沢	H17-1	200.83	H16 縦断面図との比較
	H16-1	94.81	H16 縦断面図との比較
	S49-4	267.64	S49 縦断面図との比較
	S49-5	212.01	S49 縦断面図との比較
	H16-2	176.77	H16 縦断面図との比較
	H16-3	256.06	H16 縦断面図との比較
	合計	1208.12	—
B 沢	H16-4	57.68	H16 縦断面図との比較
	S48-1	460.97	S48 縦断面図との比較
	S48-2	60.47	S48 縦断面図との比較
	合計	579.12	—

(8) 課題

- ・平成26年4月に対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

- (1) 課題名 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
Be. フチヂリ沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成19年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (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) 研究方法

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、東京建設コンサルタント（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、概ね月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アンモニアイオン、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。

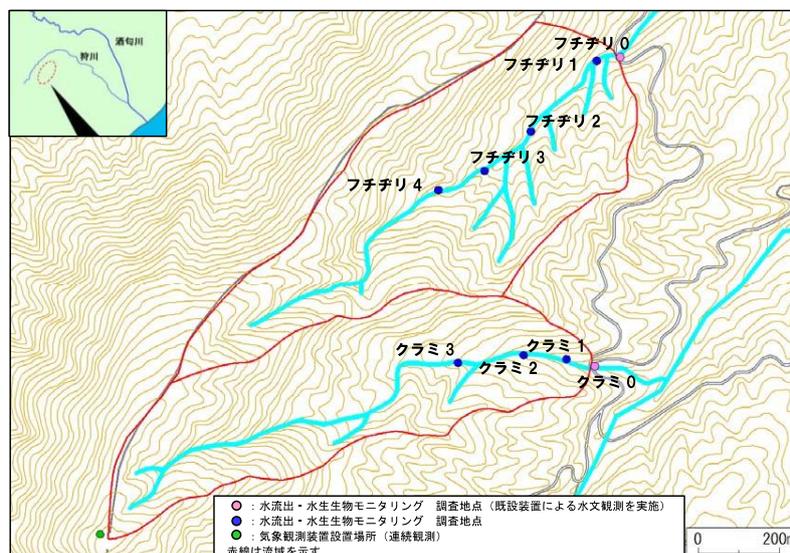


図1 調査地点

(7) 結果の概要

各調査結果の一部を抜粋すると、以下のとおりである。(調査結果全体は、各委託報告書参照)

① 2013年1～12月の降水量

2013年の年間降水量は、2345mmであり、2012年(4～12月)の2512mmよりも少なかった。月別の降水量では、7～8月の夏季に少なく、4月、9月、10月で多かった。

② 平水時の流量観測

夏季から初春にかけて概ね月1回の頻度で全9地点における流量観測を行った。流量が多かったのは、10月22日、3月7日であり、数日前の降雨や融雪による流量の増加による影響と思われる。

流域ごとの流量については、流域面積(フチヂリ沢：42.3ha、クラミ沢：33.8ha)を考慮しても、全般的にフチヂリ沢の流量のほうが多かった。

流域内の定点における流量の推移では、全体的には上流から下流にかけて集水面積の増加に伴い流量も増加する傾向にあった。しかし、クラミ沢の最下流(水文観測装置設置地点)では、上流の定点よりも流量が減少することが多かった。

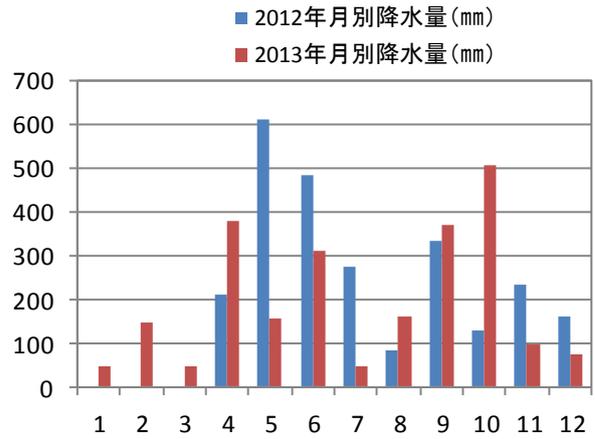


図2 フチヂリ沢の月別降水量

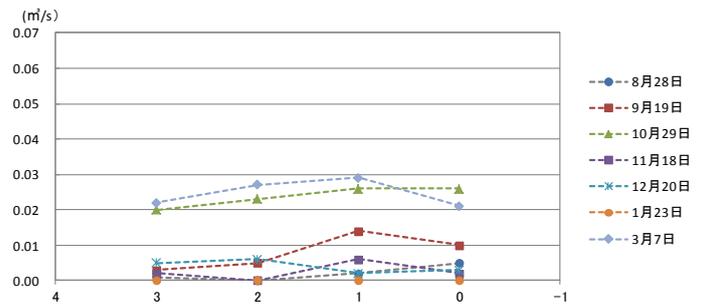
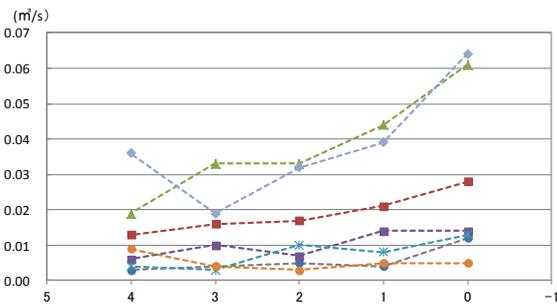


図3 平水時の流量観測結果 左：フチヂリ沢 右：クラミ沢

③ 平水時の水質

流量観測を実施した全9地点において、8/28、12/20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はいずれも明瞭でなかった。

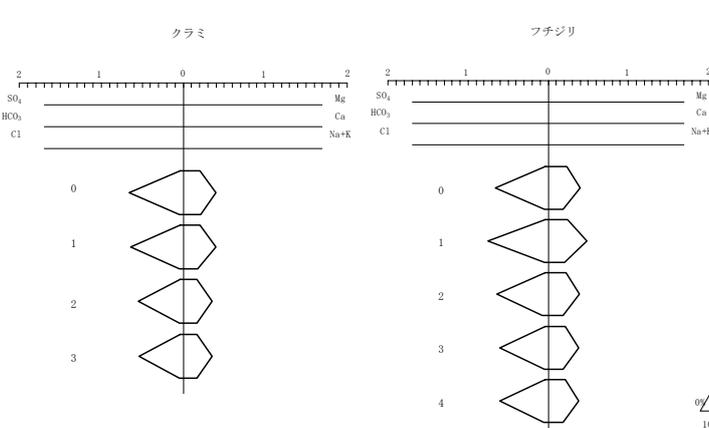


図4 ヘキサダイアグラム (H25.8.28採水)

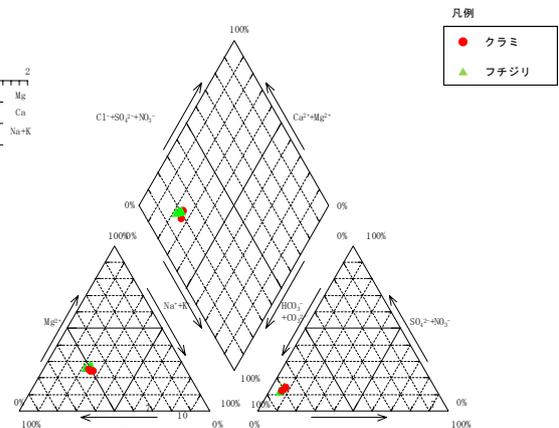


図5 トリリニアダイアグラム (H25.8.28採水)

④ 出水時の流量観測

台風18号の影響で大雨になった9月15日、16日に、現地の水文観測地点における流量観測を行った。2日間の累計降水量は、258mmであった。実測による流量の最大値は、フチヂリ沢で2.958m³/S (9/16 8:05)、クラミ沢で0.759m³/S (9/16 7:35) であり、平水時の流量と同様に集水面積を考慮してもフチヂリ沢のほうが流量が多かった。

調査日	時刻	雨量(mm)	水位(m)	流量(m ³ /s)	流速測定方法
9月15日	7:05	2.5	0.18	0.047	流速計
	7:35	1.5	0.2	0.055	流速計
	8:05	2.5	0.23	0.092	流速計
	8:35	8.0	0.27	0.125	流速計
	9:05	2.0	0.36	0.255	流速計
	9:35	0.0	0.35	0.141	流速計
	10:05	0.0	0.33	0.106	流速計
	10:35	0.5	0.3	0.125	流速計
	11:05	0.5	0.32	0.099	流速計
	11:35	0.0	0.31	0.093	流速計
	12:05	0.0	0.31	0.078	流速計
	12:35	0.0	0.31	0.074	流速計
	13:05	1.0	0.3	0.065	流速計
	13:35	0.0	0.31	0.081	流速計
14:05	0.5	0.3	0.072	流速計	
14:35	0.0	0.3	0.069	流速計	
9月16日	6:05	1.5	0.46	0.314	直読式流速計
	6:35	3.5	0.47	0.26	直読式流速計
	7:05	5.5	0.5	0.462	直読式流速計
	7:35	4.0	0.57	1.537	直読式流速計
	8:05	3.5	0.58	2.958	直読式流速計
	8:35	2.0	0.57	1.884	直読式流速計
	9:05	1.5	0.56	1.368	直読式流速計
	9:35	1.0	0.56	1.305	直読式流速計
	10:05	0.0	0.56	1.545	直読式流速計
	10:35	0.5	0.56	1.555	直読式流速計
	11:05	0.0	0.55	1.068	直読式流速計
	11:35	0.0	0.54	0.429	直読式流速計
	12:05	0.0	0.52	0.449	直読式流速計
	12:35	0.0	0.52	0.345	直読式流速計
	13:05	0.0	0.52	0.292	直読式流速計
	13:35	0.0	0.51	0.273	直読式流速計
	14:05	0.0	0.49	0.232	直読式流速計
14:35	0.0	0.48	0.212	直読式流速計	
15:05	0.0	0.48	0.228	直読式流速計	

表 1 出水時の流量観測結果(フチヂリ沢)

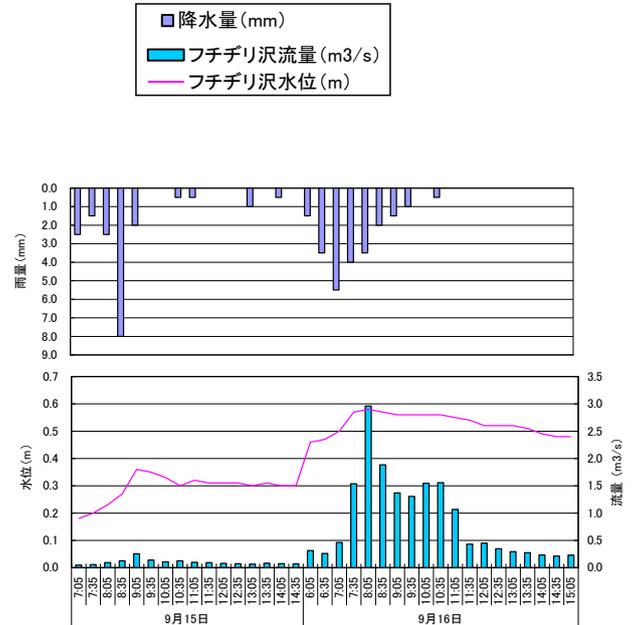


図 6 出水時の流量の推移(フチヂリ沢)

調査日	時刻	雨量(mm)	水位(m)	流量(m ³ /s)	流速測定方法
9月15日	6:05	2.5	0.075	0.036	直読式流速計
	6:35	1.5	0.055	0.048	直読式流速計
	7:05	2.5	0.06	0.089	直読式流速計
	7:35	8.0	0.065	0.096	直読式流速計
	8:35	2.0	0.12	0.216	浮子
	9:05	0.0	0.13	0.272	浮子
	9:35	0.0	0.12	0.257	浮子
	10:05	0.5	0.1	0.22	浮子
	10:35	0.5	0.08	0.171	浮子
	11:05	0.0	0.075	0.128	直読式流速計
	11:35	0.0	0.07	0.113	直読式流速計
	12:05	0.0	0.065	0.098	直読式流速計
	12:35	1.0	0.06	0.082	直読式流速計
	13:05	0.0	0.055	0.084	直読式流速計
13:35	0.5	0.055	0.071	直読式流速計	
14:05	0.0	0.055	0.082	直読式流速計	
9月16日	6:05	1.5	0.145	0.244	直読式流速計
	6:35	3.5	0.155	0.26	直読式流速計
	7:05	5.5	0.165	0.349	直読式流速計
	7:35	4.0	0.225	0.759	直読式流速計
	8:05	3.5	0.22	0.749	直読式流速計
	8:35	2.0	0.205	0.696	直読式流速計
	9:05	1.5	0.2	0.614	浮子
	9:35	1.0	0.19	0.549	浮子
	10:05	0.0	0.19	0.573	浮子
	10:35	0.5	0.18	0.492	浮子
	11:05	0.0	0.16	0.418	浮子
	11:35	0.0	0.16	0.434	浮子
	12:05	0.0	0.15	0.362	浮子
	12:35	0.0	0.15	0.327	浮子
13:05	0.0	0.13	0.287	浮子	
13:35	0.0	0.12	0.28	直読式流速計	
14:05	0.0	0.12	0.257	直読式流速計	

表 2 出水時の流量観測結果(クラミ沢)

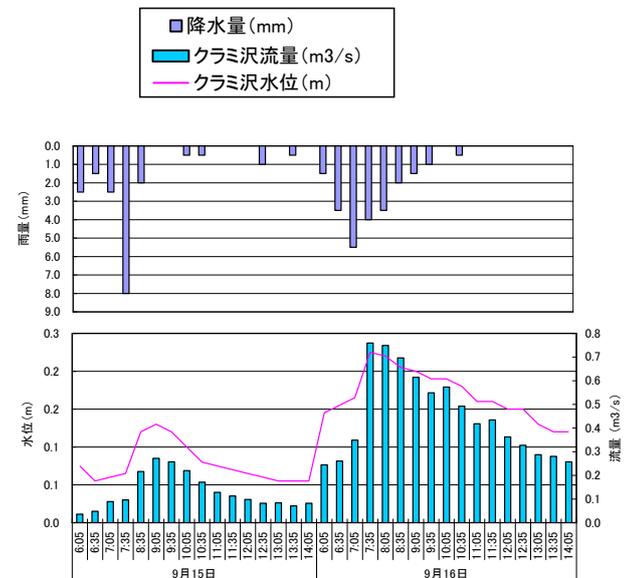


図 7 出水時の流量の推移(クラミ沢)

⑤ 出水時の水質

9月15日、16日の出水時の流量観測と合わせて水質分析用サンプルを採取し、フチヂリ沢、クラミ沢ともに流量のピーク前から降雨終了後の流量減衰期にかけてのサンプルを

分析した。出水時は全般的に各溶存イオン濃度が低くなっていたが、降雨が終了し流量の減衰に伴って各溶存イオン濃度も平水時の値に近づいていく傾向がみられた。

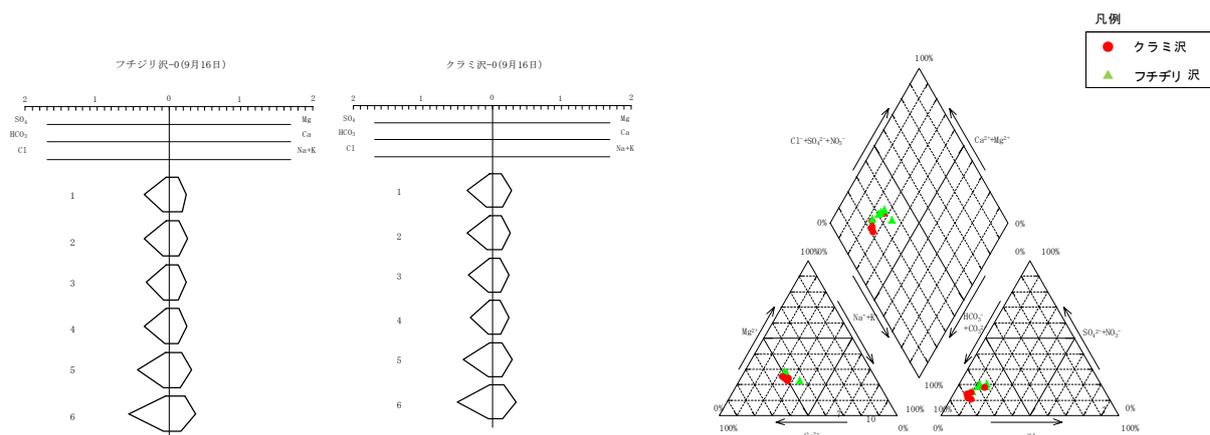


図8 ヘキサダイアグラム (H25. 9. 16採水)

図9 トリリニアダイアグラム (H25. 9. 16採水)

※1) 6:30 2) 7:00 3) 10:45 4) 11:10 5) 13:10 6) 13:28

⑥ 水位-流量算出式の検討

これまでの平水時および出水時の流量観測データから、水位-流量算出式を検討した。平成25年度は、比較的高水位時の観測を行うことができ、高水位時の精度が高まったと思われる。低水位での水位-流量算出式の精度を高めるために、観測地点の河床の横断面形状を計測した。

(8) 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。
- ・フチヂリ沢試験流域は、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

- (1) 課題名 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
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・斎藤正彦・相原敬次・丸山範明
・島田武憲

(5) 目的

試験流域における対照流域法による総合モニタリング調査の一環として、シカ柵設置や間伐などの施業により想定される森林環境の回復が水源環境に与える影響として、渓流水の水質について把握する。このため、試験流域で渓流水の水温や塩素イオン等の陰イオンおよびナトリウムイオン等の陽イオンなどの一般水質を調査し、その流域特性と中・長期に亘るトレンドを把握すると共に、施業前後の影響・効果の検出と因果関係の解析に役立てる。なお、本調査では、試験地域の水系と水循環過程、気象および森林の状況を踏まえて調査地点を選定し、大気由来の成分、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、周辺地域に地点を広げ、さらに降雨時の臨時的な採取調査を行う。

(6) 研究方法

①調査地域

試験流域での定期的な水質調査は、平成21（2009）年度に開始したが、平成25（2013）年度からは、年度末にシカ柵が設置された西丹沢のヌタノ沢で、対照流域法の事前モニタリング調査として、集中的かつ定期的な水質調査を開始した。ヌタノ沢は丹沢湖に流入する中川川の支流で、標高が大よそ500～700mで、流域面積が7ha、権現岳の東麓に位置している。流域の地形は急峻で、東方に開けた2つの水系（A沢/4ha、B沢/3ha）で構成され、両沢共に源流部の湧水を水源とし、下流で合流して滝状となって中川川に注いでいる。地質は閃緑岩で、全般に節理が発達し、風化が進んでいる。このため、土砂流出防止のための治山堰がA沢に5ヶ所、B沢で3ヶ所設置されている。植生は上流部が広葉樹林、下流部がスギ、ヒノキの人工林で、シカ食害のため林床植生に乏しい。

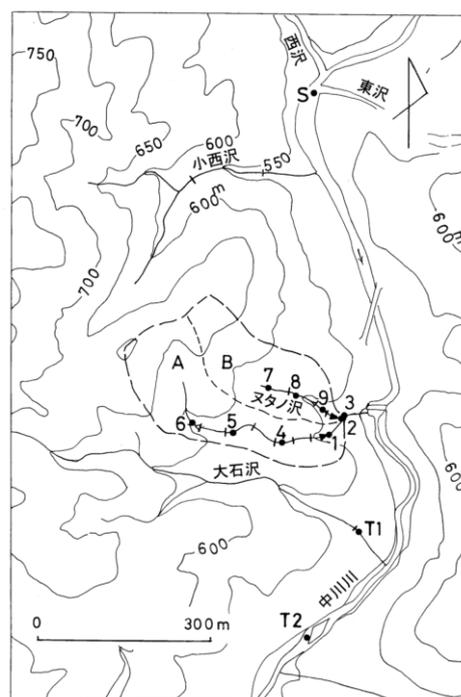


図1 調査地域および調査地点
（破線で囲まれた範囲が試験流域、
AはA沢、BはB沢の範囲）

②調査方法

施業に伴う中長期的な水質の状況を把握する必要があるため、試験流域内の調査に併せ、周辺の水質情報を得る目的で地点を選定した。ヌタノ沢のA沢、B沢の源流部（中川6、7）、中流部（中川5、4）、下流部（中川8、9）、隣接する沢（東電上、T1）および合流する中川川の上流（自然教室、S）、下流（東電下、T2）の12ヶ所を調査地点に設定し（図1）、平成25年1月から月1度の頻度で調査を開始した。なお、調査地点は、ヌタノ沢流域内を詳しく調査するため、平成24（2012）年度以前から対象となっていた3地点にA、B沢の奥に各3ヶ所（合計6地点）を追加した。また、出水時の状況についても把握しておく必要があるため、降雨前後の水質の経時変化についても調査した。

現地で試料採取と水温、流量、pH、電気伝導度の計測を行い、実験室に試料を持ち帰って陽イオン（ K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）、陰イオン（ Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} ）をイオンクロマト法により分析した。なお、現地調査は携帯用の水温・pH計、水温・電導度計を用いた。また、流量は流速を電磁式流速系で計測し、断面-流速法により算出した。

(7) 結果の概要

ヌタノ沢および周辺地域の渓流水の水質（2013年5月採水）分析結果を表1に示した。A沢とB沢の水質（源流部）をヘキサダイアグラム（図2）で比較すると、何れも陽イオンはカルシウム、陰イオンは重炭酸が主成分で、類似した水質構成である。4試験流域の中ではカリウムイオン（ K^+ ）濃度が他の3流域に比べ1オーダー高く、硝酸イオン（ NO_3^- ）濃度は著しい差はないが一番低い特徴がある。 K^+ については、地質（石英閃緑岩）由来と考えられる。

表1 ヌタノ沢及び周辺の水質分析結果(2013.5.16)

地点名番号と 試料名(沢)	水温 ℃	EC mS/m	pH mg/L	Cl^- mg/L	NO_3^- mg/L	SO_4^{2-} mg/L	Na^+ mg/L	K^+ mg/L	Mg^{2+} mg/L	Ca^{2+} mg/L
S 自然教室	14.1	8.18	7.48	1.2	1.8	10.1	3.3	0.7	1.4	8.9
1 中川1(A)	13.5	11.26	7.89	1.4	1.2	3.6	3.1	1.1	3.3	12.9
2 中川2(B)	15.9	9.04	7.73	1.5	1.4	2.2	3.2	1.2	3.2	8.7
3 中川(合)	15.8	9.12	7.69	1.5	1.4	2.1	3.2	1.2	3.2	8.8
4 中川4(B)	12.8	9.99	7.31	1.5	2.2	3.4	2.8	1.3	3.1	10.8
5 中川5(B)	12.5	9.01	7.18	1.5	1.8	2.5	3.0	1.4	3.1	8.7
6 中川6(B)	12.6	7.96	6.70	1.5	3.3	2.4	2.8	2.0	2.6	7.1
7 中川7(A)	15.1	8.21	7.46	1.5	2.1	2.5	3.1	1.4	2.8	7.4
8 中川8(A)	14.5	8.66	7.48	1.5	2.1	2.5	3.2	1.3	3.1	7.9
9 中川9(B)	14.8	9.08	7.39	1.5	1.6	2.2	3.2	1.2	3.3	8.6
T1 東電上	12.0	7.15	7.53	1.3	2.6	2.1	2.4	1.3	2.6	6.4
T2 東電下	17.1	8.80	7.94	1.7	1.8	5.2	3.7	1.1	2.1	9.3

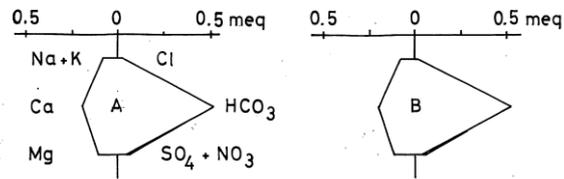


図2 源流部(左:A沢、右:B沢)の水質構成(ヘキサダイアグラム)2012.1.27

夫々の流域の量水堰（下流部）での年間の水質変化の状況を支流別に図3-1、2に示した。A沢はB沢に比べ電気伝導度が約5割、硝酸イオン濃度が約1割高い。しかし、年間を通してみると、水温を除けば季節変化は殆ど認められなかった。さらに、大雨時の水質等の変化を試みに調査したところ、図4のとおりであった。水質は、大雨後の流量の急激な増加と減衰に伴って変化し、増水時の Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- は低減が、SSや NO_3^- に一時的な増加が認められた。とくに、 NO_3^- は大気（降水）由来、あるいは表層で蓄積したものが出水時に流出したと考えられる。

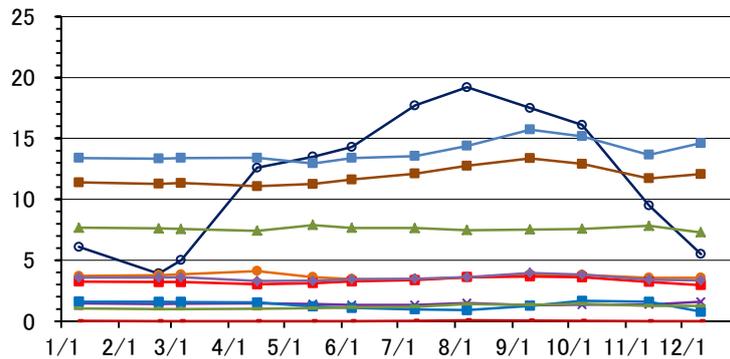


図3-1 A沢量水堰の水質変化(2013年)

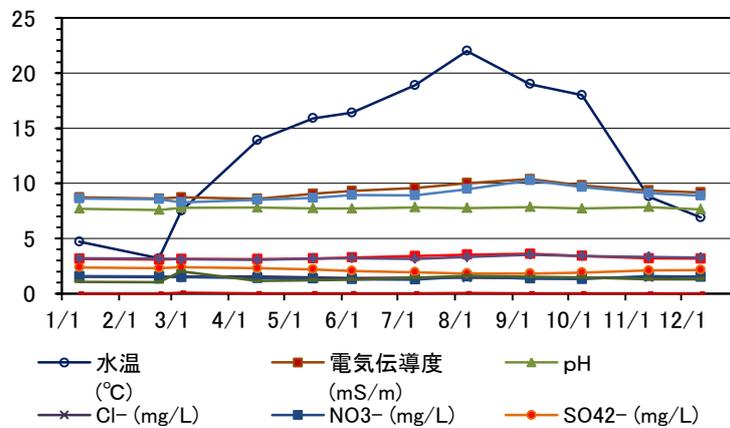


図3-2 B沢量水堰の水質変化(2013年)

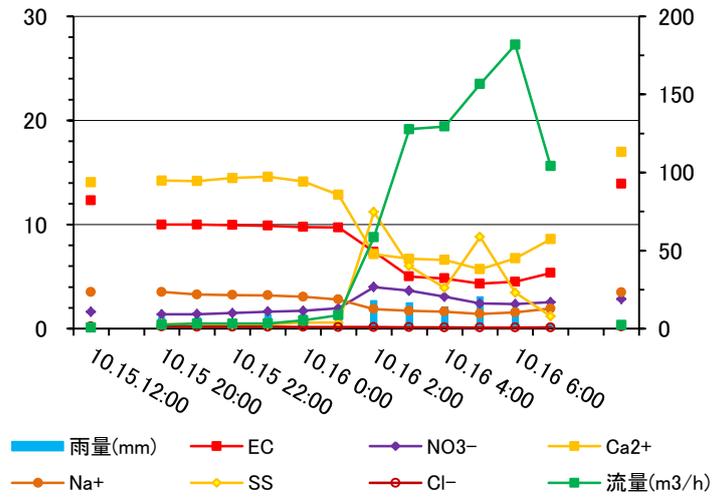


図4 洪水時の水質変化（2013年10月15日、A沢量水堰）

両沢の源流部と下流部について、大気由来も考えられる NO_3^- の濃度変化を降雨と合わせて図5に示した。2013年は夏季の渇水が著しく、A沢の源流部の湧水が涸れたため年間を通じた比較は出来なかったが、A沢の NO_3^- 濃度がB沢に比べ約2倍の濃度で、降雨に比べても高いことが分かった。流域内で供給されるメカニズムの解明が必要である。

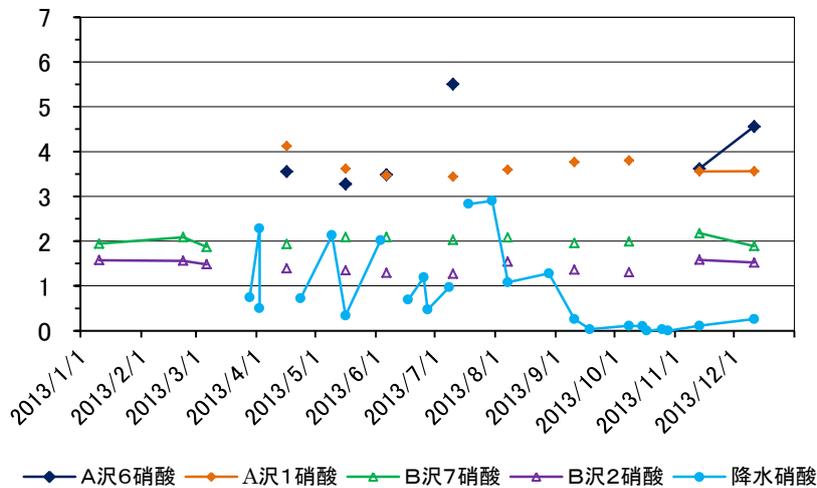


図5 源流部(6, 7)と下流部(1, 2)の硝酸イオン及び硫酸イオンの濃度変化(mg/L)

最近の水質のトレンドを NO_3^- でみると、図6に表示した両沢の濃度は、2本の近似直線が重複して示され、4年間に同様な僅かな減少傾向が認められる。札掛の2年余りの降水の濃度と比較してみると、同様なトレンドが認められた。今後、ヌタノ沢で降水を含め調査を継続し、他の水質を含め、トレンドの追跡とその要因について検討していく計画である。

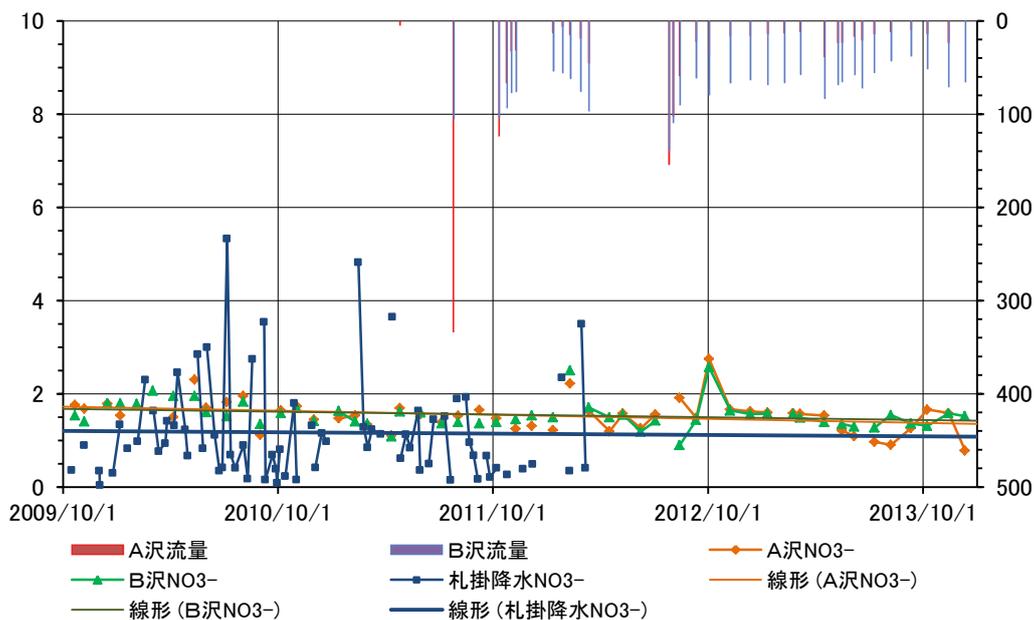


図6 ヌタノ沢A沢、B沢の沢水および札掛降水の硝酸イオン (NO_3^-) 濃度 (左軸) と流量 (右軸) の観測結果と変化傾向

(8) 課題

毎月の調査により表流水の一般水質の年間の水質変動を把握したほか、出水時の短期変動の把握を試みた。さらに、硝酸イオン (NO_3^-) 濃度の僅かな減少傾向を認めた。今後は、シカ柵設置後の変化を想定して引き続きモニタリングを続ける必要がある。そのために、

- ①比較的顕著で効果的な追跡因子となる水質項目の有無、追跡調査法の検討
 - ②流出解析に絡めた出水時の水質調査の実施
 - ③安定同位体等の利用を含めた水質による流出解析
- が課題として挙げられる。

(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

- (1) 課題名 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
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。その一環として、流域の水文地質を調べる現地踏査を行うと共に、試験流域で地質調査ボーリングを行い、観測井に仕上げ、地下水位を観測している。これらの基礎的な水文観測調査をベースとするモニタリング調査では、試験流域の特徴を明らかにし、水循環機構の解析に役立てると共に、継続的な調査結果の中から流域変化を察知していく。このため、中長期の観測データを出来るだけ正確に捉え、今後行われる施業による影響・効果を評価する手法の確立を合わせて行っていく。

(6) 研究方法

水文調査として、流域内で観測された気象（降水量）と地下水位および河川流量について調査し、流出特性を明らかにするため、それぞれの観測データをハイエトグラフに整理し、洪水や渇水などの流況を把握する。さらに、4試験流域（図1）の流況を比較する。なお、地下水位と流量は、検証のため大よそ月1度の頻度で実測した。

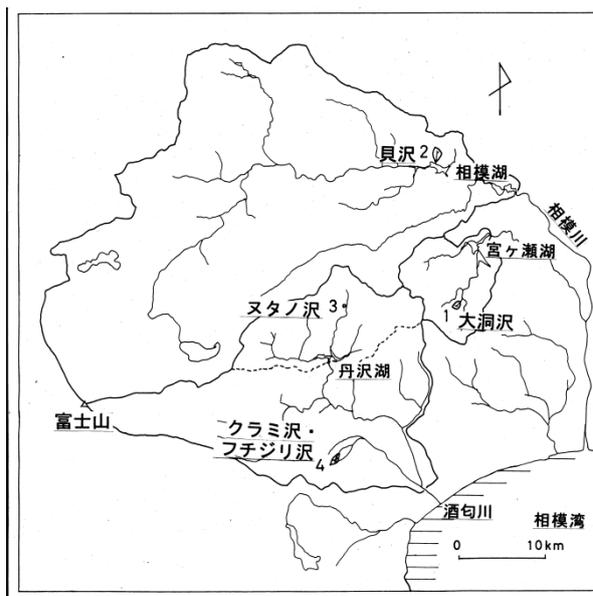


図1 試験流域の位置

① 気象

各試験流域内で気象観測を行っている。降水量は転倒柵式により10分間の積算量を計測している。

② 地下水頭

大洞沢で2ヶ所（B1、B2）、スタノ沢およびフチジリ沢で各1ヶ所に深度50mの観測井を設置し、地下水位（頭）を連続観測している。観測井の仕様は表1のとおりである。観測は、孔内に圧力センサーを挿入し、地下水位変化を圧力変化として捉え、毎時のデータをデータロガーで記録する方法で観測している。

表 1 地下水位観測井の仕様

名 称	深度	スクリーン	地下水位	名 称	深度	スクリーン	地下水位
大洞沢B1	50m	42～47m	GL-4m	ヌタノ沢	50m	40～45m	GL-23m
大洞沢B2	50m	45～48m	GL-23m	フチジリ沢	50m	42～47m	GL-36m
貝沢	50m	41～48m	自噴				

井戸は、塩ビ管仕上がり、口径50mm

なお、データは毎月の回収を基本とし、確認のため回収時に地下水位を実測している。

③ 流量

大洞沢、貝沢、ヌタノ沢およびフチジリ沢で堰の越流水位を圧力センサー式水位計で観測し、流量換算している。観測は、フチジリ沢ではロガー方式で、他はテレメータ方式により10分間隔で記録し、水位－流量の換算式を作成して水位を流量算定している。本報告では、何れも最下流部の観測結果について報告する。なお、貝沢については、水位－流量換算式が確立されていないため、毎月の実測値のみを示した。

(7) 結果の概要

① 気象

2013年の降水の状況は、大洞沢で2572mm、貝沢で1426mm、ヌタノ沢で1964mm、そしてフチジリ沢で2345mmであった。近傍のアメダスデータによれば、2013年の降水量は、平年値に比べ大よそ80～90%の範囲とやや少なかった。月別の降水量では、3月、6月、9月、10月にまとまった降雨があった。一方、7、8月の降水量が少なかった。夫々の流域の降水量は地下水頭（図2）や河川流量（図3）のグラフ中に棒グラフで示した。

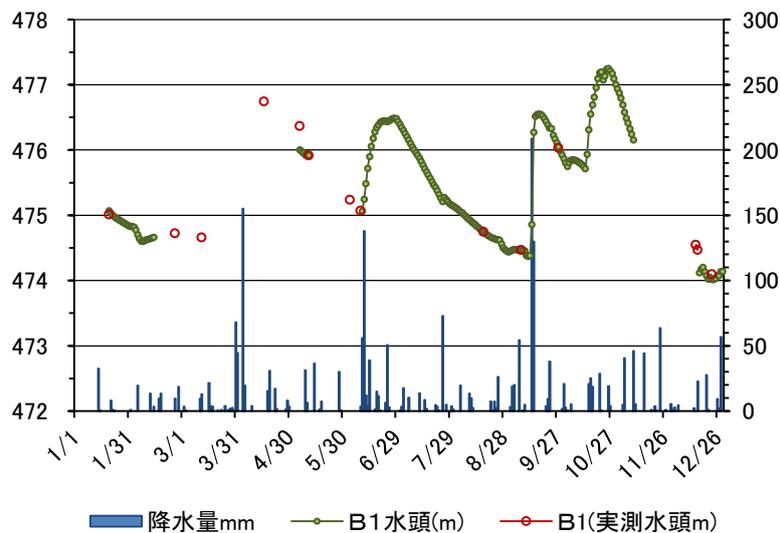


図 2 - 1 大洞沢観測井 (B1) の地下水頭観 (左軸・標高m) と降水量 (右軸・mm)、2013年

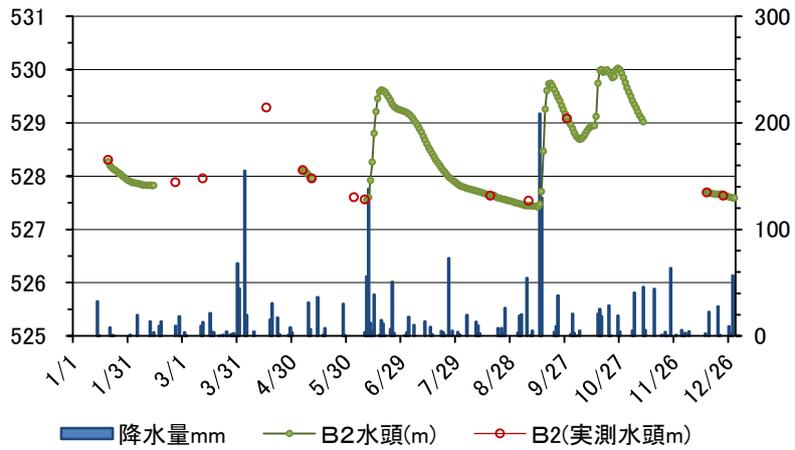


図 2-2 大洞沢観測井 (B2) の地下水頭 (左軸・標高m) と降水量 (右軸・mm)、2013年

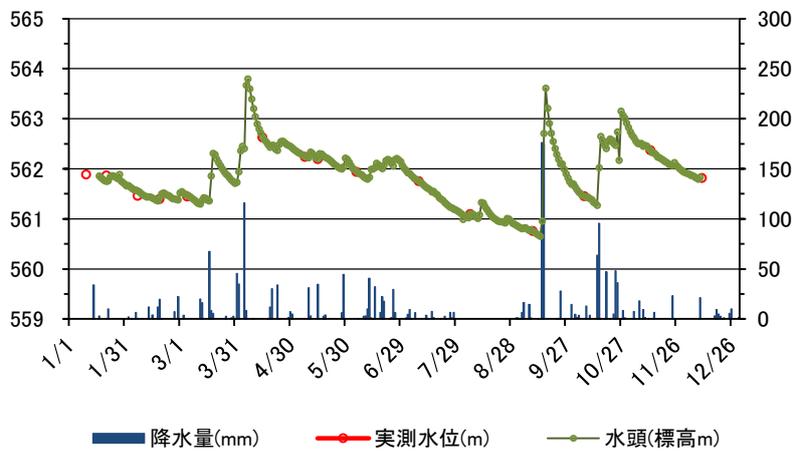


図 2-3 ヌタノ沢観測井の地下水頭 (左軸・標高m) と降水量 (右軸・mm)、2013年

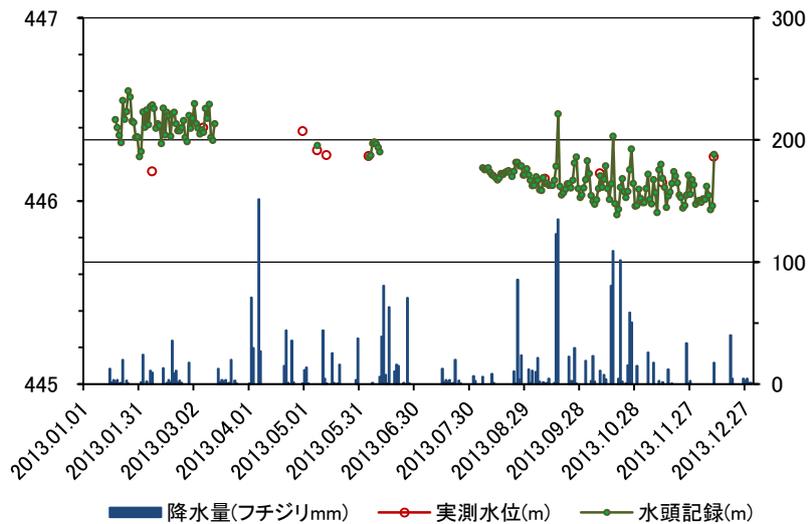


図 2-4 フチジリ沢観測井の地下水頭 (左軸・標高m) と降水量 (右軸・mm)、2013年

② 地下水位（頭）

地下水位（頭）は、フチジリ沢を除けば降雨を反映して変動している。観測井は、スクリーン位置が深度40m以深と深く、帯水層が岩盤中にもかかわらず、降雨への反応が明瞭で、年間変動量は2～2.5mと観測された（図2-1～3）。これは、岩盤の風化帯・亀裂部にスクリーンが設定されていることを反映している。しかし、フチジリ沢は年間で0.6mほどと少なく、気圧変化の影響が大きい特徴がある（図2-4）。気圧係数は8.3mm/hpと算定された。これは、スクリーンが透水性が低い、固結した火砕流堆積物に位置しているためと考えられる。

③ 河川流量

2013年は、夏期の少雨と、9月、10月の台風による大雨時の出水が特徴的であった。ハイエトグラフから読み取った各流域の状況は次のとおりであった。

- a. 大洞沢 大洞沢の本流（県道下）の流量は、まとまった降雨があった4月、6月、9月そして10月の4回にわたりピーク流量が10m³/分を超える流出が観測された（図3-1）。とくに、9月のピーク流量は大よそ20m³/分、10月は大よそ35m³/分であった。
- b. 貝沢 貝沢の流量観測については、毎月1回の現地調査結果を基に年間変化図を図3-2に示した。ここでも9月、10月の大雨後の水量増加が観測された。
- c. ヌタノ沢 ヌタノ沢については、流域出口で合流するA沢とB沢のデータを分けて示した（図3-3）。両者を比較すると、流域面積が大きいA沢は年間を通じて平均的に流量が少なく、B沢は流量が多く安定している。しかし、4月、9月、10月のピーク流量が示すように、洪水時になるとA沢の流量の方が多くなる。

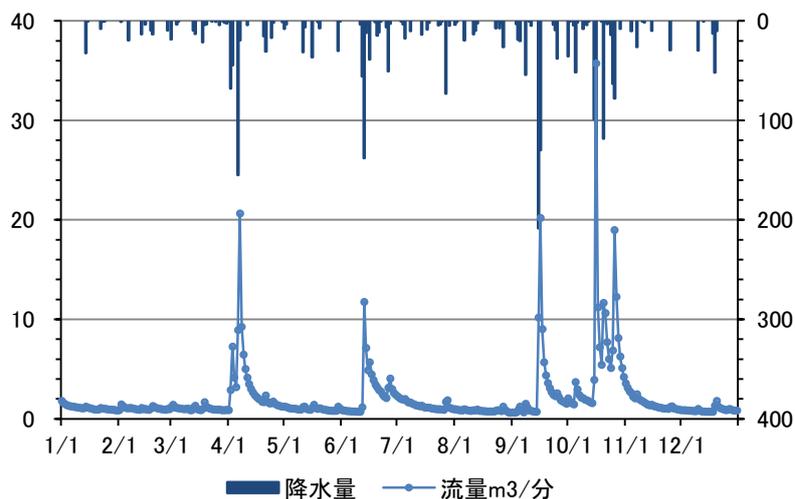


図3-1 大洞沢の流量観測結果（左軸・日データ）と降水量（右軸・mm）、2013年

- d. クラミ沢 クラミ沢・フチジリ沢の観測結果を図3-2（右図）に示した。全般にフチジリ沢の方の流量が少なく表示されているが、実測値が示されているように、大雨後を除くと平常時はフチジリ沢の方が多い。これは、堰の幅が広くかつ河床に火山砂が堆積し易

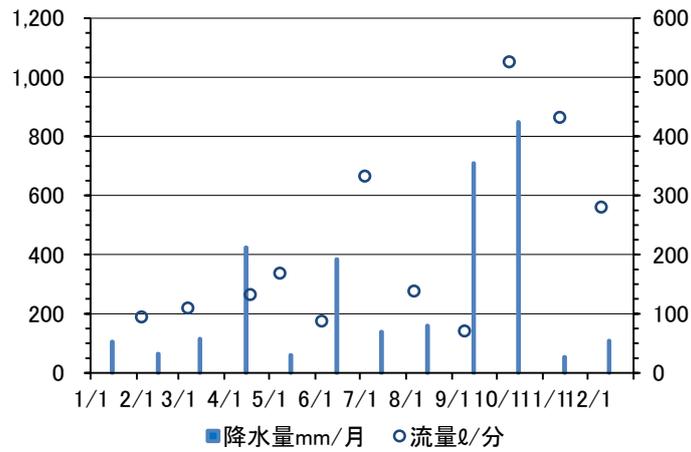


図 3-2 貝沢 (No.5) の実測流量 (左軸) と降水量 (右軸・mm)、2013年

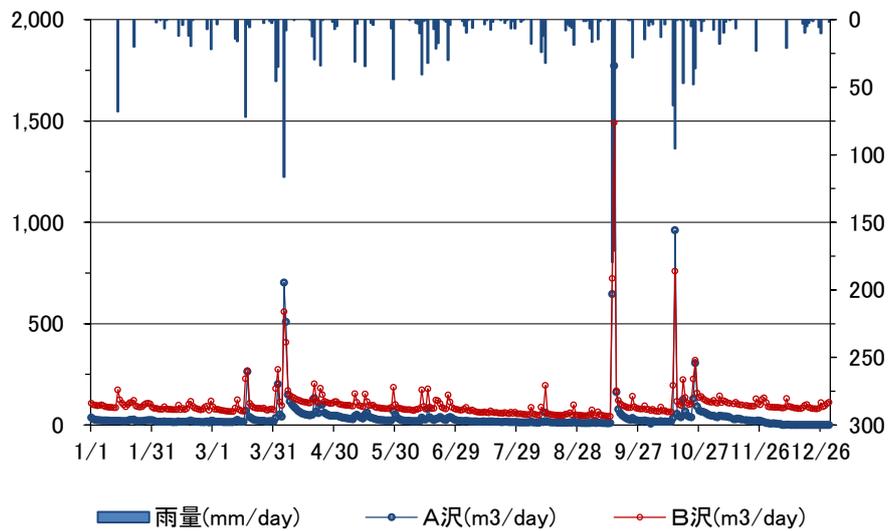


図 3-3 ヌタノ沢 A 沢・B 沢の流量 (左軸) と降水量 (右軸)、2013年

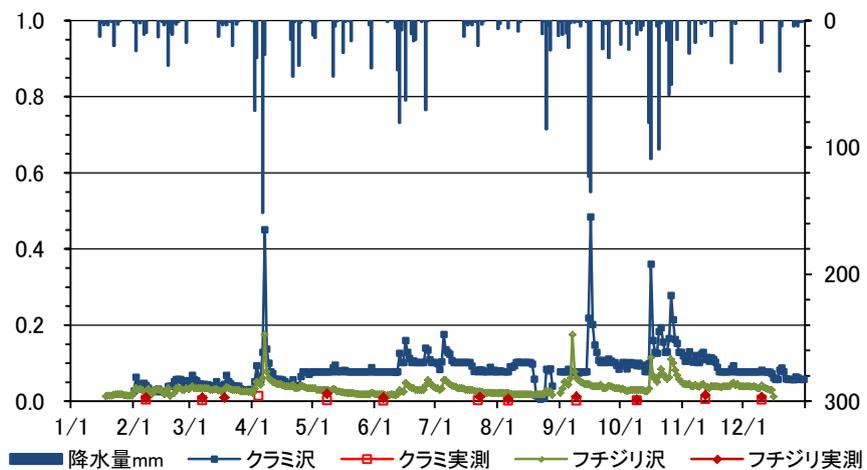


図 3-4 フチジリ沢・クラミ沢の流量 (左軸・m3/秒) と降水量 (右軸・mm)、2013年

く、流量測定条件が悪いためである。

④ 流域の比較

4流域の流量モニタリング結果の中から4月、9月、10月の大雨時の3流域で観測されたピーク日比流量と降水量の関係を比較した(図4)。さらに、3月、6月、8月、9月、12月の無降雨期の比流量を比較した

(図4)。同一流域でも洪水時の比流量が降水量により変動すること、同じ流域でも降水量によって流出量に変動があること、隣接する流域で差があることなど、個性が認められた。降雨の降り方、表層地質、流域の広さなどが関係すると考えられるが、

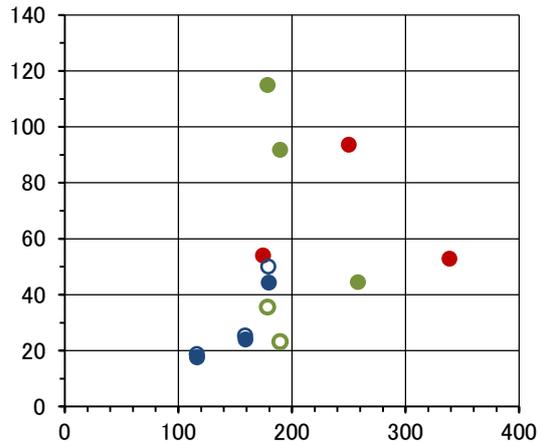


図4 洪水時のピーク日比流量の比較

●大洞沢、○●又タノ沢、●クラミ沢、○フチジリ沢
(縦軸:比流量mm/m²/d、横軸:降水量mm)

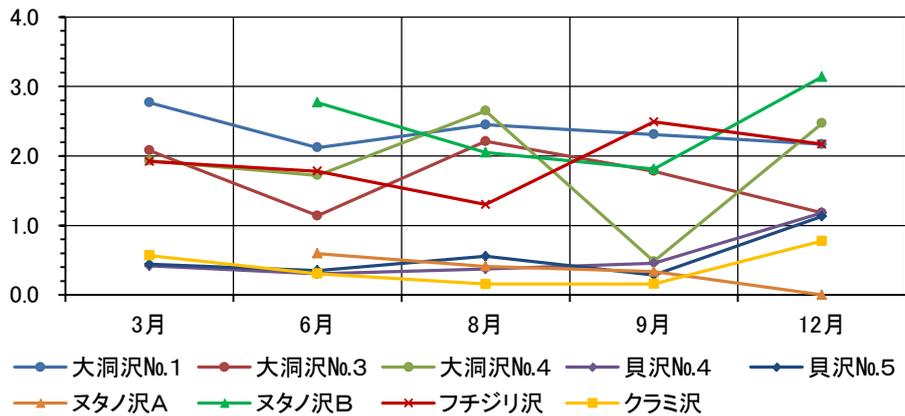


図5 無降雨期の比流量比較 (2013年、縦軸:比流量mm/m²/d)

引き続きモニタリング調査を行って、変動幅、年間流出量など流域特性の把握に努めたい。

(8) 課題

森林管理の影響は、長期に亘るモニタリング結果の中から見出すことになるので、引き続き施設の適正管理、量水堰での流量(水位換算)精度の向上に努める必要がある。解析にあたっては、降雨時の直接流出量、平常時の地下水流出量の把握を進めるなど、詳細な水収支・水循環把握のため、モニタリング結果の活用を進めていく必要がある。さらに、源頭部の湧水の状況、上流から下流に至る流量の変化についても継続調査し、流域内での変化の把握や流域間での状況の比較検討が重要である。

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林などの公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Bh. 水生生物調査
- (2) 研究期間 平成24年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・斎藤正彦・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、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) 研究方法

各試験流域において、季節ごとに水生生物の実態調査を行う。平成25年度は、これまで実施してきた調査で欠けていた季節の調査を補完的に実施した。下記の①～③は、(有)河川生物研究所、④は日々雇用、⑤はNPO法人神奈川ウォーター・ネットワークにより実施した。(詳細は、委託報告書参照。)

① 付着藻類調査（ヌタノ沢）

事前モニタリングの一環として、春季（平成25年5月9日）、夏季（平成25年8月23日）に、ヌタノ沢試験流域内の既存の調査地点（全6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5cm²のコードラート（ゴム板）を被せ、コー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。現地では水深と流速の計測を行い、現地の状況を写真で記録した。

② 底生動物調査（大洞沢）

秋季（平成25年10月31日）に既存の調査地点（全2地点）において底生動物の定性的な調査を行った。各調査地点において、「瀬」と「よどみ」の2環境で定性採集を行い1地点につき2サンプルに分けて採集を行った。定性採集したサンプルは、現地でソーティングを行い、室内分析を行った。

③ 底生動物調査（貝沢）

既存の調査地点（全5地点）において、秋季（平成25年10月30日）、初冬季（平成25年12月25日）に底生動物の定性的な調査を行った。各調査地点において、瀬および淵などの様々な環境において定性採集を行い、1サンプルとした。定性採集したサンプルは、現場でソーティングを行い、室内分析を行った。

④ 底生動物調査（フチザリ沢）

既存の調査地点において、春季（平成25年4月4日）、夏季（平成25年7月22、23日）に底生動物の定性的な調査を行い、室内分析を行った。

⑤ 底生動物調査の現況の総合解析

これまで実施してきた4か所の試験流域の全底生動物データを用いて、試験流域ごとの出現種の類似性等について解析した。また、本業務の中で、上記④の調査結果について、出現種リスト等に取りまとめる作業を行った。

(7) 結果の概要

各調査結果のうち主なものは以下のとおりである。（調査結果全体は、各委託報告書参照）

① 付着藻類調査（ヌタノ沢）

- ・藍藻綱6種、紅藻綱1種、珪藻綱38種、緑藻綱6種、計51種が確認された。種類数では珪藻綱がもっとも多く、全出現種の75%を占める。
- ・総細胞数は65～7366細胞/mm²の範囲にあり、地点、季節によるばらつきが大きく、傾向は明瞭でない。
- ・優占種として、藍藻綱類2種、紅藻綱1種、珪藻綱9種、緑藻綱3種、計15種が選定された。おもな優占種は、*Achnanthydium minutissimum*（珪藻綱）、*Homoeothrix janthina*（藍藻綱）などである。

② 底生動物調査（大洞沢）

平成25年秋季の調査により47種の底生動物が確認された。その内訳は、ウズムシ綱1種、軟甲綱1種、昆虫綱45種（カゲロウ目14種、トンボ目3種、カワゲラ目9種、ヘビトンボ目1種、トビケラ目6種、ハエ目8種、コウチュウ目4種）である。ハエ目については、より源流的な環境である下流沢の方が若干多く確認された。

③ 底生動物調査（貝沢）

平成25年秋季と冬季の2回の調査により、貝沢流域で79種の底生動物が確認された（表9）。その内訳は、ウズムシ綱1種、ミミズ綱2種、ヒル綱2種、軟甲綱2種、昆虫綱72種（カゲロウ目15種、トンボ目7種、カワゲラ目11種、カメムシ目11種、トビケラ目15種、ハエ目18種、コウチュウ目5種）である。

④ 底生動物調査の現況総合解析

試験地域のうち、狩川水系の分類群数が最も高く、特にフチヂリ沢の多様性が高く、一方でヌタノ沢A沢は最も少ない分類群数の生息数を示していた。源流沢の地点間では、その地理的な距離に応じてクラミ沢とフチヂリ沢、大洞沢と貝沢との類似性が見られた。また、ヌタノ沢A沢とB沢の違いは大きく、大洞沢と貝沢のグループ、フチヂリ沢とクラミ沢のグループのグループ間の違いよりも大きかった。

(8) 課題

- ・付着藻類については、大洞沢、貝沢、ヌタノ沢では四季の調査を行い、実態把握のための基礎データを取得できたが、フチヂリ沢では、春季と秋季が未調査のため、補完調査を行う必要がある。
- ・底生動物については、4か所の試験流域における整備前（変化前）における四季の調査を一通り行い、実態把握のための基礎データを取得することができた。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る。
- ・水生生物については、水源環境保全・再生施策の一環で環境科学センターによる河川モニタリングでも行われているため、下流のデータと合わせた取りまとめも必要である。

(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

- (1) 課題名 2-1. 効果的な水源林の整備に関する研究開発
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、平成 23 年度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 か所^{*}）を用いて、収集された現地モニタリングデータを用い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する。

本年度は、試験流域モデルの計算領域を拡張することにより、水理パラメータの妥当性や水収支を検討する。さらに、広域モデルについては、相模川流域を対象に施策効果予測の試算を行い、事業実施効果を検討するとともに、宮ヶ瀬湖上流域モデルについては水理パラメータの感度解析を行い、地下水と地表流との相互関係を解析する。

※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、フチザリ沢モデル

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。

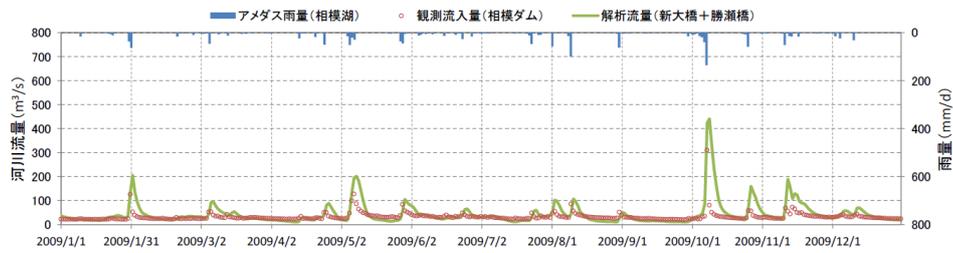
表 1 第 2 期 5 か年計画スケジュール

	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

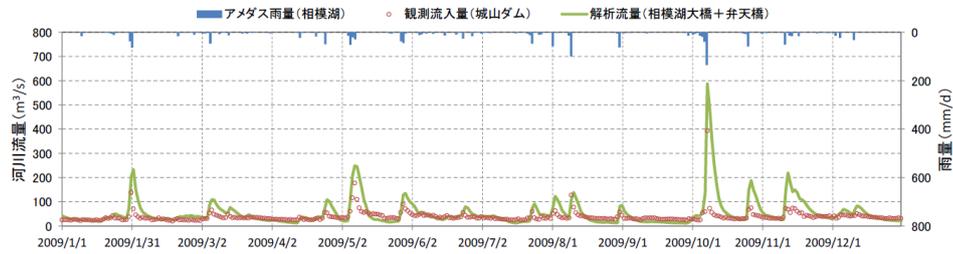
(6) 研究方法

① 広域モデルの検証

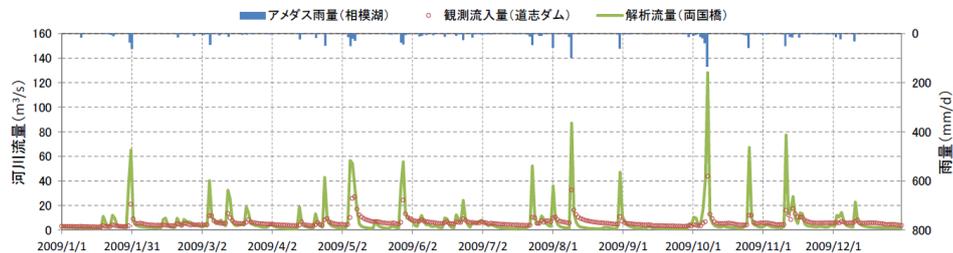
昨年実施した宮ヶ瀬湖上流域で得られた知見を活かし、相模湖上流域モデルの更新を行った。相模ダム、城山ダム、道志ダムにおいて、相模湖上流域モデルによる流量と過去の観測流量とを比較し、水理パラメータの妥当性や流量の再現性を検討した。観測流入量と相模湖上流域モデルによる解析流量の比較を図 1 に示し、流況曲線を図 2 に示す。降水により流量は増加するが、相模ダム、城山ダム、道志ダムともにモデル流量は過大評価している（図 1）。この過大評価は、流況曲線の上位 30 日から 90 日に表れており、降水があると地下水への浸透よりも表面水への流れが多くなるような水理パラメータの設定となっている。



相模ダム観測流入量と解析流量の比較 (2009年、縦軸：線形)



城山ダム観測流入量と解析流量の比較 (2009年、縦軸：線形)



道志ダム観測流入量と解析流量の比較 (2009年、縦軸：線形)

図1 観測流入量と相模湖上流域モデルによる解析流量の比較 (上段：相模ダム、中段：城山ダム、下段：道志ダム)

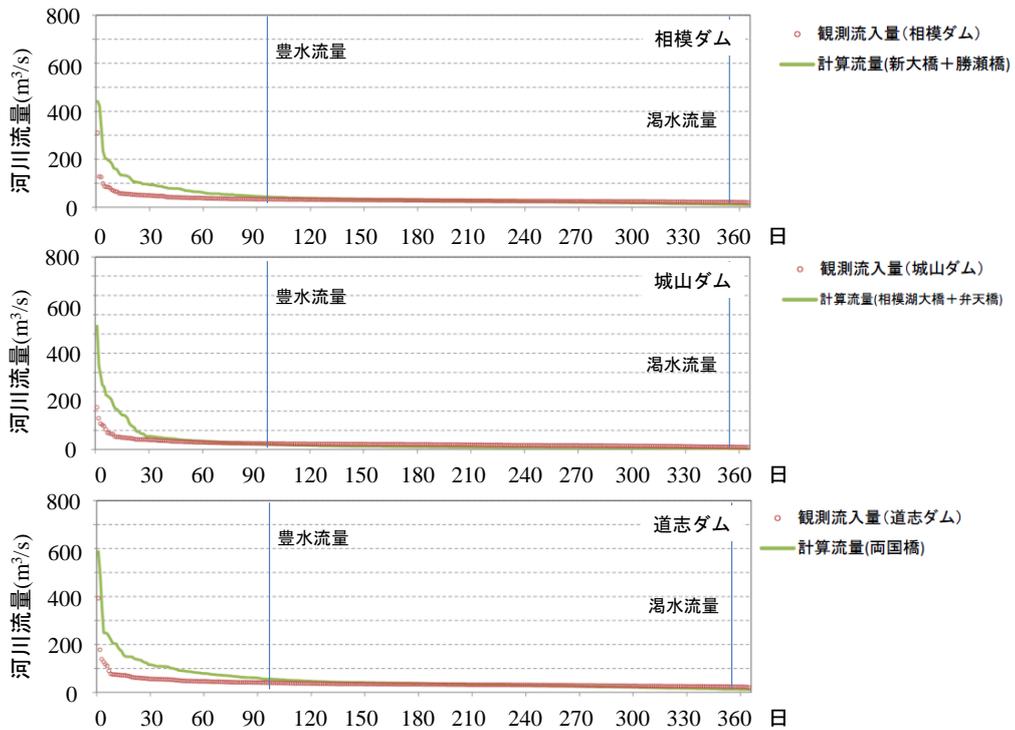


図2 相模湖上流域モデルによる流況曲線 (相模ダム、城山ダム、道志ダム)

宮ヶ瀬湖上流域モデルについて、水理パラメータの感度解析を行った。森林の林床状態に関連する表層土壌及び風化帯の透水係数、有効間隙率、森林の粗度係数に着目し、初期設定値に対する応答感度を解析した。その結果、表層土壌の透水係数は他のパラメータに比較して解析結果へ与える影響が大きく、流出量でみると約 410 ～ 740 m³/年の相違として現れることがわかった。

② 試験流域モデルの計算領域の拡張

これまで地形的分水界に基づき計算領域を設定してきたが、解析精度を向上させるためにより広範囲な地質を配慮する必要があることが分かったため、本年度はヌタノ沢および大洞沢を対象に計算領域を拡張し、過去の流量観測データとの比較から水理パラメータの妥当性や流量の再現性を検討した。ヌタノ沢の計算領域は、西側にある権現山（標高 1,138m）の頂上を含む領域へ拡張した（図 3 左）。また、大洞沢の計算領域は、試験流域に比べひとまわり広い領域へ拡張した（図 3 右）。例として、自由地下水位のコンター図を示したが、計算領域の拡張により、試験流域内ではスムーズなコンターが描けている。

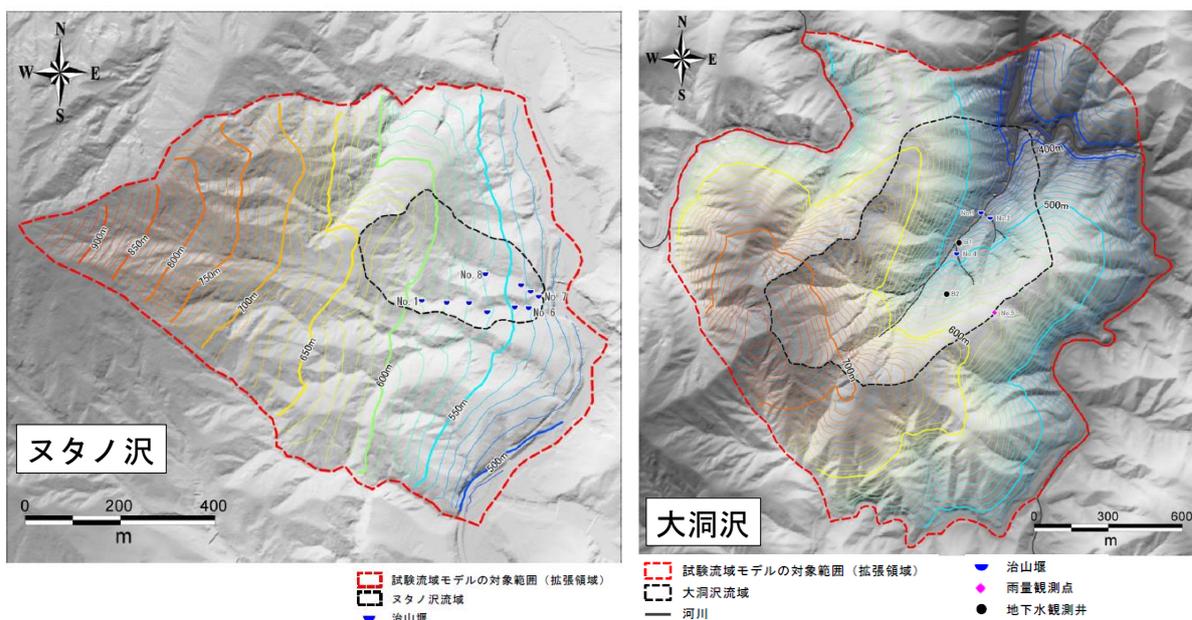


図 3 ヌタノ沢と大洞沢の自由地下水位

また、広域モデルの計算結果を試験流域の境界条件へ反映させる検討を行った。拡張した計算領域の境界で広域モデルの計算結果を考慮したケースと考慮しないケースで比較した結果、大洞沢では考慮の有無による差は少なかったが、ヌタノ沢では差が生じた。これは、広域モデルが算出した地下水がヌタノ沢付近で過大評価していたためである。

③ 相模湖上流域における事業効果予測の試計算

相模湖上流域モデルを用いて事業効果予測の試計算を実施した。施業シナリオは強間伐、弱間伐及び放置の3ケースを検討した。強間伐、弱間伐シナリオは、いずれも顕著な流況改善が見られた。豊水流量（95日目）と渇水流量（355日目）の差でみると、基準ケースとした初期設定値に対していずれも $10\text{ m}^3/\text{s}$ 程度小さくなり、流況の安定化が図れることが示唆された。逆に、放置シナリオでは豊水流量と渇水流量の差が $10\text{ m}^3/\text{s}$ 程度大きくなり、特に渇水流量の低下が顕著となった。

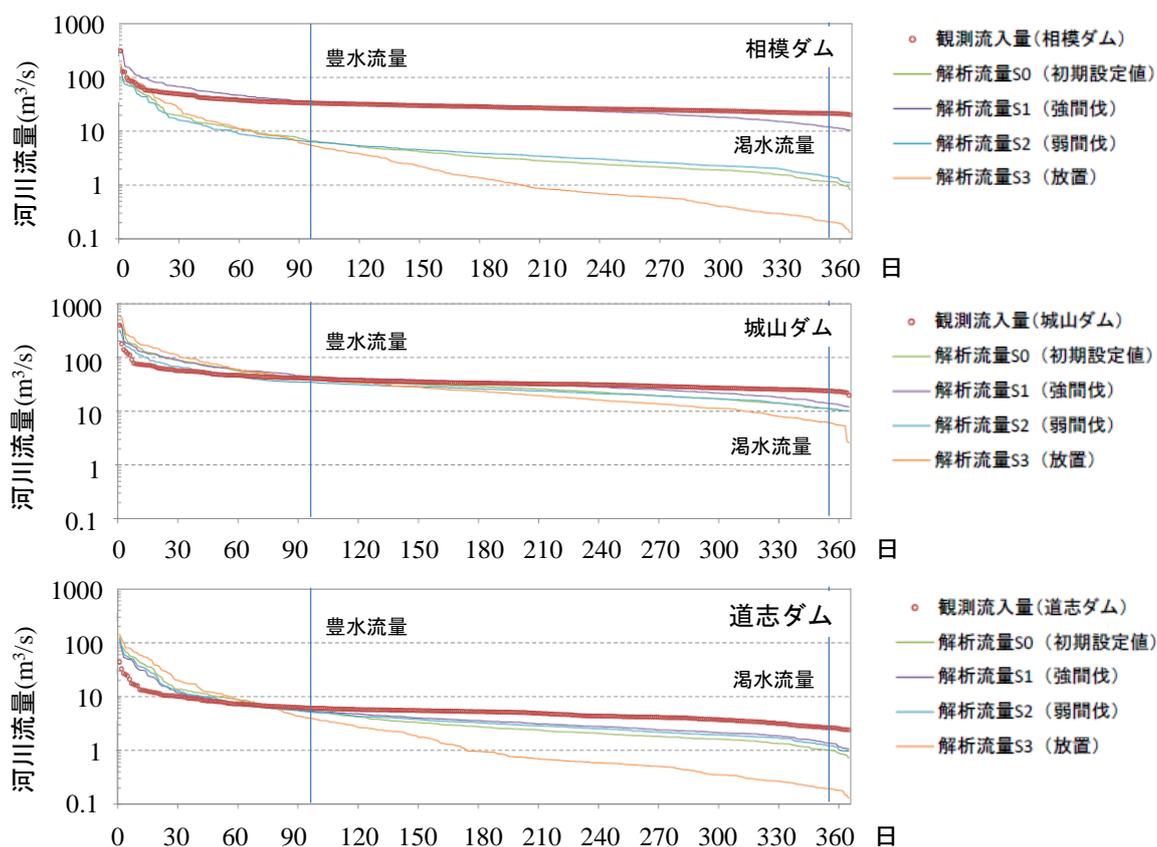


図4 流況曲線（相模ダム、城山ダム、道志ダム）

④ 水循環モデル解析システムの更新・保守

自然環境保全センター所有の計算機に本業務で更新した水循環モデルをインストールし、解析システムを保守点検した。また、並列計算処理を含めた操作手順書を更新した。本業務の報告書に記載した解析結果一式や計算処理に使用したデータ一式を同計算機にインストールした。

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Bj. 降水量・蒸発散量の推定手法検討
- (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・斎藤正彦

(5) 目的

丹沢山地の水循環を考える場合、降雨量や蒸発散量の精度は直接河川流量のシミュレーションの精度に係わる重要な要素となる。それは、降雨量から蒸発散量を引いた水分量が地表面へ供給され、地表水から河川水、また地下水へ再配分されるためである。今年度は、2010 年を対象に解析雨量や気象モデルを用いて降雨量や蒸発散量を推定し、より精度の高い降雨量や蒸発散量の推定方法を検討した。

(6) 研究方法

① 解析雨量による降雨量の推定

解析雨量とは、国土交通省水管理・国土保全局、道路局と気象庁が全国に設置しているレーダーやアメダス等の地上の雨量計を組み合わせ、降雨量分布を 1km 四方の細かさで解析したものである。解析雨量の結果は 30 分ごとに作成されている。

(気象庁：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/kaiseki.html>)

解析雨量の正確さを確認するために、大洞沢、海老名、相模湖、丹沢湖での 2010 年 1 月～12 月の 1 年間の降雨量の比較を行った (図 1)。解析雨量は、アメダスデータを参考に更正しているため、アメダス局である海老名、相模湖、丹沢湖が合うのは予想される。一方、当センターが実施している大洞沢での降雨量は公開されていないため、その再現性は他地点より若干精度は落ちが、降雨量の欠測の補完や宮が瀬上流域などの広域エリアの水循環モデルへの入力データとして活用できると考えられる。

大洞沢での降雨量の観測値と気象モデルの降雨量とを比較した結果、降雨が大きいところで差が認められた。この差の理由は次のように考えられる。一般に降雨は、積雲系の降雨と層雲系の降雨に分けられる。積雲系の降雨は数 km の大きさの積雲セルで鉛直対流により形成され、層雲系の降水は水平スケールが広い気象場において、水蒸気が過飽和になった水分が雨滴になった降雨である。図 2 は、気象モデルによる大洞沢での積雲系の降雨量と層雲系の降雨量のシミュレーション結果である。通年、積雲系の降雨の出現頻度が多く、一回の降雨も強い。降雨量の多い積雲のセルは数 km と小さいため、積雲を正確な位置で推定することは難しく、大洞沢の降雨量が大きいところではばらついたり解釈される。

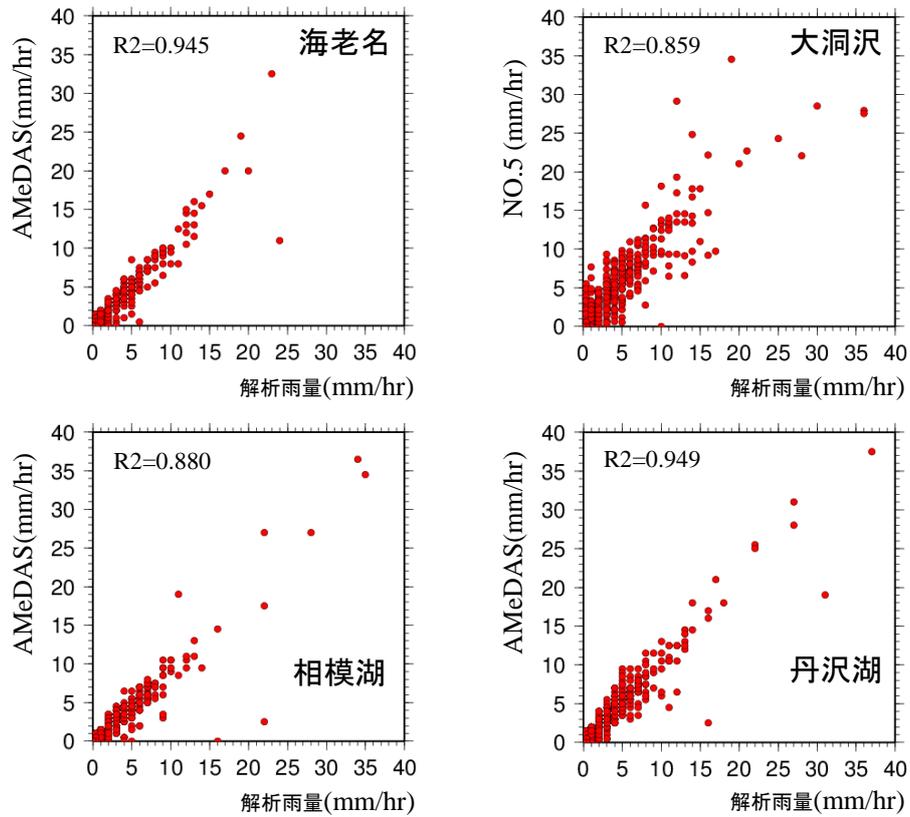


図1 解析雨量の再現性 (2010年1月~12月)

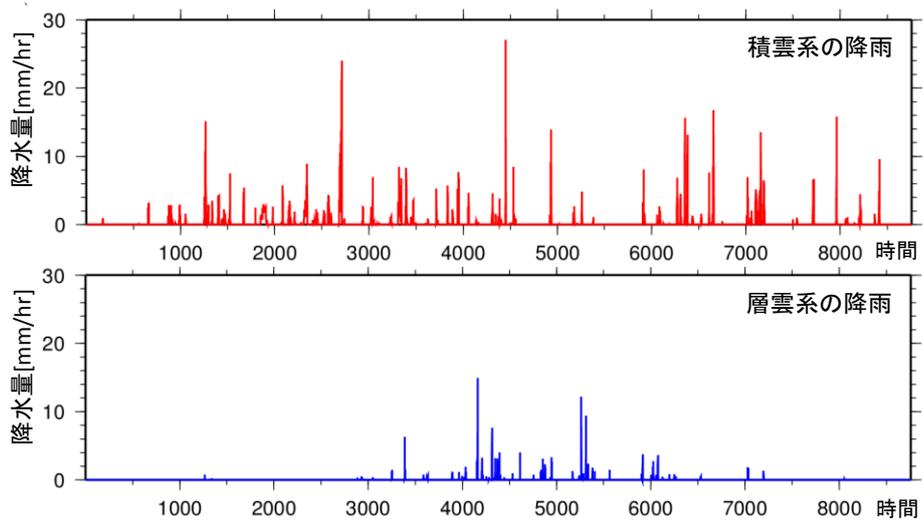


図2 大洞沢における積雲系と層雲系の降雨

② 蒸発散量の推定

最近米国で開発された地表面過程モデル Noah-MP を用いて、大洞沢の蒸発散量の推定を行った。Noah-MP は、国立環境予測センター、オレゴン州立大学、米国空軍、アメリカ国立気象局水文研究室が共同で開発したモデルである。

Noah-MP の使い方として、気象モデル WRF に組み込まれた Noah-MP を使う方法と Noah-MP を計算モジュールとして単独に使う方法 (Off-line) がある。ここでは、後者の Off-line により利用した (http://www.ral.ucar.edu/research/land/technology/noahmp_lsm.php)。

Noah-MP (Off-line) では、入力データとして風向 [deg]、風速 [m/s]、気温 [K]、湿度 [%]、気圧 [hPa]、短波放射量 [W/m²]、長波放射量 [W/m²]、降雨量 [Kg/m²/s] の時間値を用いた。これらの気象データは、気象モデル (MM5) の計算結果を利用した。解析期間は、2010 年 1 月から 12 月の 1 年間とした。気象モデルの再現性を確認するため、観測を行っている地上気温と比湿について、モデル結果と比較した (図 3)。

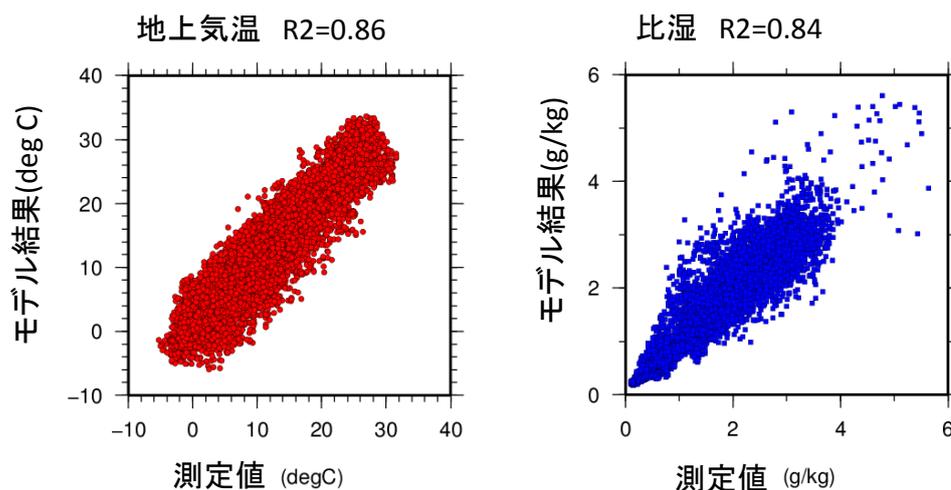


図 3 気象モデルの再現性の確認 (左：地上気温、右：比湿)

Noah-MP (Off-line) では、解析エリアを植生エリアと裸地エリアに分ける。さらに、植生エリアを、植生エリアの地表面と森林キャノピーエリアに分ける。植生エリアの地表面、森林キャノピーエリア、裸地エリアについて、長波放射量、潜熱量、顕熱量、土壌への熱のエネルギー収支を計算する。その結果より、キャノピーからの蒸発量 (ECAN)、蒸散量 (ETRAN)、地上面からの直接蒸発量 (EDIR)、その合計が解析エリアの蒸発散量 (EALL= ECAN+ ETRAN+ EALL) を求める (図 4)。Noah-MP による蒸発散量は 982.8 mm/年であり、気温と降水量を用いた統計モデル (Komatsu et al.,2012) の 960 mm/年と同様な結果となった。今後は、実測されている蒸発散量と比較し、さらにモデルの有効性を確認したい。

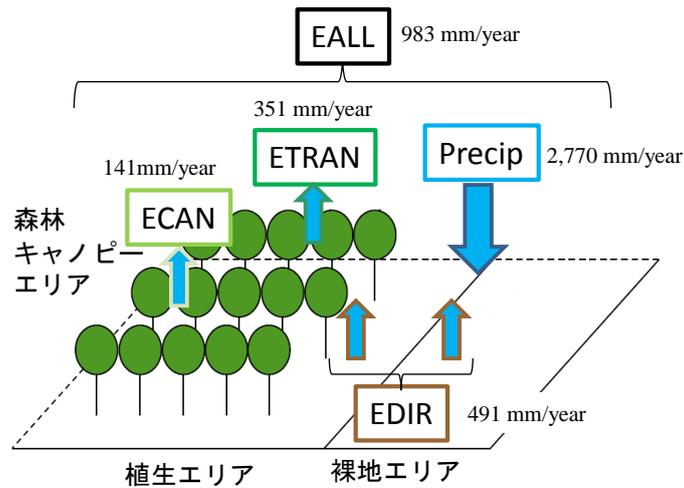


図4 Noah-MPによる大洞沢での蒸発散量

キャノピーからの蒸発量 (ECAN)、蒸散量 (ETRAN)、地上面からの直接蒸発量 (EDIR)、蒸発散量 (EALL= ECAN+ ETRAN+ EALL)、降雨量 (Precip)

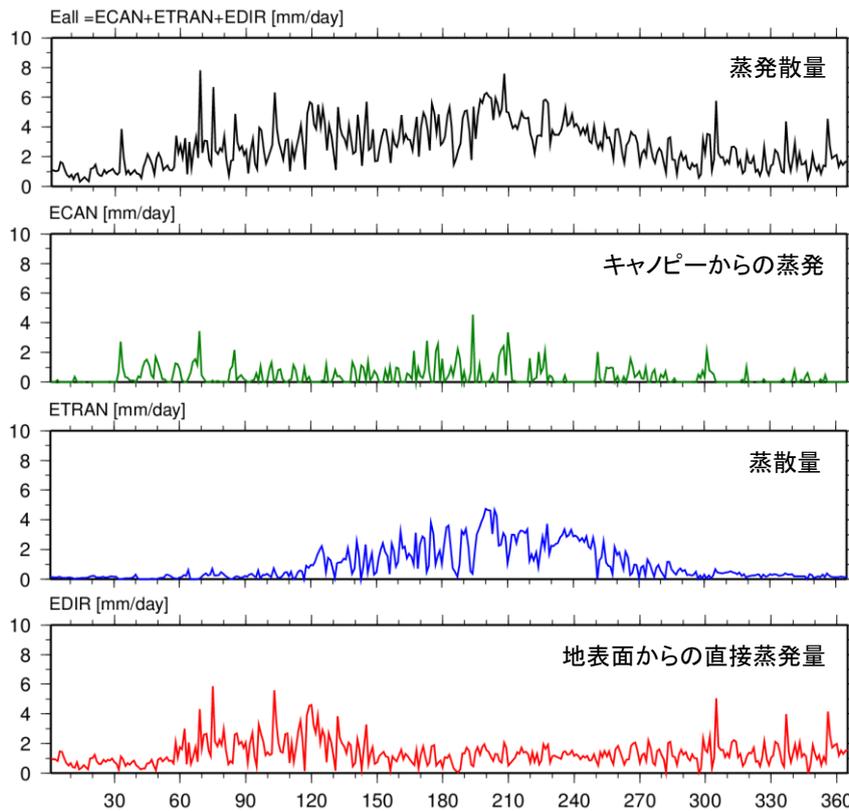


図5 大洞沢での蒸発散量、キャノピーからの蒸発量、蒸散量、地上面からの直接蒸発量の変化 (Noah-MP の計算条件 植生：混交林、土壌：ローム)

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Bk. 水源施策の総合評価のための情報整備
- (2) 研究期間 平成25年度～平成28年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (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) 研究方法

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 ベースマップ整備

県西部（水源の森林づくりエリア）については、水源の森林づくり事業で委託業務により作成されたマップデータを元に利用者のニーズに合わせた加工を行いベースマップとして整備し関係所属に提供した。県東部については、森林再生課調製の都市計画図を背景図として、県西部のベースマップの地図表現に準じて調整し提供した。

② 事業実績・モニタリングのデータ整備

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データを収集し、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、各事業部門のGIS利用に関して、指導・助言を行った。

(8) 課題

- ・水源環境保全・再生施策は、12の特別対策事業に加えて、施策大綱に位置づけられている関連事業も含まれるため、平成26年度以降も引き続き関連するデータを収集・整備していく必要がある。
- ・総合的な解析を行うためには、各事業やモニタリングの中身がわかっている担当所属のアイデアが必要であるため、各担当者と連携して解析の試行錯誤をしていく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

表1 収集・整備したデータ一覧

区分	項目	収録内容	出典	
空間ユニット とゾーニング	シカ管理ユニット	①シカ管理ユニット	①野生生物課(平成22年)	
	シカ管理ユニット(大エリア)	①シカ管理ユニット(大エリア)	①不明(丹沢大山総合調査?)	
	統合再生流域	①統合再生流域 東丹沢1 ②統合再生流域 西丹沢1 ③統合再生流域 東丹沢2	①②③自然再生企画課(平成22年)	
	自然公園	①国立公園の範囲と特別保護地区、第1種特別地域、第2種特別地域、第3種特別地域、普通地域の区分 ②国立公園、国立自然公園の範囲と特別保護地区、第1種特別地域、第2種特別地域、第3種特別地域、普通地域の区分	①環境省自然環境局関東地方環境事務所箱根自然環境事務所 ②自然環境保全課	
	鳥獣保護区	①鳥獣保護区(鳥獣保護地区、特別保護地区、特定猟鳥禁止、猟区、その他)の範囲	①自然環境保全課	
	字界(相模原市区制施行後)	①字界ポリゴン(県コード、市町村コード、県名、都市・特別区・政令指定都市名、区町村名、字名、図形と集計データのリンクコード)。平成22年10月1日時点	①総務庁統計局「地図で見る統計(統計GIS)」	
	市町村界(相模原市区制施行後)	①市町村界ポリゴン(県コード、市町村コード、都市・特別区・政令指定都市名、区町村名)。平成22年10月1日時点	①総務庁統計局「地図で見る統計(統計GIS)」	
	2次メッシュ	①神奈川県をカバーする1次メッシュ(5238, 5338, 5239, 5339)の範囲の2次メッシュポリゴン(MESH1_ID, MESH2_ID)	①ESRジャパン「標準メッシュポリゴン作成ユーティリティ」	
	2次メッシュ(神奈川県)	①神奈川県をカバーする1次メッシュ(5238, 5338, 5239, 5339)の範囲の2次メッシュポリゴン(MESH1_ID, MESH2_ID)	①ESRジャパン「標準メッシュポリゴン作成ユーティリティ」	
	3次メッシュ	①神奈川県をカバーする1次メッシュ(5238, 5338, 5239, 5339)の範囲の3次メッシュポリゴン(MESH1_ID, MESH2_ID, MESH3_ID)	①ESRジャパン「標準メッシュポリゴン作成ユーティリティ」	
	3次メッシュ(神奈川県)	①神奈川県をカバーする1次メッシュ(5238, 5338, 5239, 5339)の範囲の3次メッシュポリゴン(MESH1_ID, MESH2_ID, MESH3_ID)	①ESRジャパン「標準メッシュポリゴン作成ユーティリティ」	
	国土基本図面郭ポリゴン	①神奈川県をカバーする国土基本図面郭ポリゴン(09LB, 09LC, 09LD, 09MB, 09MC, 09MD, 09NC, 09ND)	①研究連携課	
	国土基本図面郭ポリゴン(神奈川県)	①神奈川県をカバーする国土基本図面郭ポリゴン	①研究連携課	
	5kmメッシュポリゴン	①全国5kmメッシュポリゴン	①環境省自然環境局 自然環境GIS	
	5kmメッシュポリゴン(神奈川県)	①神奈川県をカバーする5kmメッシュポリゴン	①環境省自然環境局 自然環境GIS	
施設	モノレール	①モノレール位置(名称) ②モノレール位置(名称) ③モノレール位置(名称)	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/県営林	
	モノレール.shp	①モノレール位置(名称) ②モノレール位置(名称)	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/県営林	
	植生保護欄	①植生保護欄ポリゴン 513レコード ②欄データ.mdb(ACCESSテーブルGISデータ)	①②自然公園課 植生保護欄点検10531	
	植生保護欄	①植生保護欄ポリゴン 678レコード ②add_point e-TanzawaBASE(19-9) 事業データ/H21/H22シカ補設位置 ③fence_all e-TanzawaBASE(19-9) 事業データ/H20/H21植生保護欄メッシュ ④植生保護欄点検130531 自然公園課 ⑤植生保護欄 水源の森林推進課 その他データ/水源林整備 最終 平成23年度実績まで ⑥山北管理区のみ e-TanzawaBASE(19-9) 事業データ/年度不明/植生保護欄山北 ⑦保護欄の設置.shp 旧e-Tanzawa 保全対策/事業箇所 ⑧県有林防範撤去.shp 旧e-Tanzawa 保全対策/事業箇所 ⑨広域獣害防止欄設置.shp 旧e-Tanzawa 保全対策/事業箇所 ⑩広域防範欄.shp e-Tanzawa 保全対策 ⑪常平植生保護欄ポイント.shp 旧e-Tanzawa 生物/フナ ⑫常平植生保護欄.shp 旧e-Tanzawa 生物/フナ ⑬県営林内植生保護欄.shp 旧e-Tanzawa 生物/シカ ⑭県営林内植生保護欄.shp 旧e-Tanzawa 生物/シカ保護管理計画	①~⑩研究連携課	
	植生保護欄/防範欄/広域防範欄	①高圧送電線ラインデータ(系統名なし、位置のみ) ②送電鉄塔ポイントデータ(系統名、鉄塔番号)	①②平成24年度地形図等作成委託業務(バスコ)の水源林地形図 ③昭文社 山と高原地図 丹沢(2010年版)、ウェブサイト「塔マップ」 (http://tower3dmaps.com/map)より作成	
	目録簿	①目録簿ポイントデータ(6018件) 名称、分類コード、種別属性つき	①国土地理院 数値地図25000空間データ基盤(神奈川県、平成15年刊行)、昭文社 山と高原地図「塔マップ」(2013年版)、「高尾・丹馬」(2013年版)、「丹沢」(2010年版)、Google Map(https://maps.google.co.jp)	
	バス停・バスルート	①バス停留所ポイントデータ(8466件) ②バス路線ラインデータ 名称、分類コード、種別属性つき	①国土交通省国土政策局 国土数値情報ダウンロードサービス (http://nftp.mlit.go.jp/ks/index.html) ②国土交通省国土政策局 国土数値情報ダウンロードサービス (http://nftp.mlit.go.jp/ks/index.html) ③「バスルート(平成23年度)」④「バス停留所(平成22年度)」 ⑤国土交通省国土政策局 国土数値情報ダウンロードサービス (http://nftp.mlit.go.jp/ks/index.html)	
	公民館・集会所	①公民館・集会所ポイントデータ(1037件) 名称、分類コード、種別属性つき	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/県営林 ②自然再生企画課 ③自然再生企画課 ④自然再生企画課 ⑤自然再生企画課 ⑥自然再生企画課 ⑦自然再生企画課	
	自然再生事業データ	平成23年度事業実施位置 平成22年度事業実施位置 平成21年度事業実施位置 平成20年度事業実施位置 平成19年度事業実施位置	①自然再生事業実施位置(平成23年度実績) ②自然再生事業実施位置(平成22年度実績) ③自然再生事業実施位置(平成21年度実績) ④自然再生事業実施位置(平成20年度実績) ⑤自然再生事業実施位置(平成19年度実績)	
	森林	森林	①森林地番(森林利用情報) 森林再生課 ②森林計画図 森林再生課、平成20年度面積修正版 ③水源林保護地 水源の森林推進課、平成25年2月1日版(平成24年GIS更新委託成果品) ④給水施設(足柄上、県央、県北、西郷、湘南) 水源の森林推進課、平成25年2月1日版 ⑤系図(林番番号、小班名、林業、表示用レベルつき) 分収林課、平成23年4月1日版 ⑥系図分収林(位置のみ) 分収林課、平成23年4月1日版 ⑦市有林 水源の森林推進課、平成24年4月版 ⑧森林整備センター 水源の森林推進課、平成23年4月1日版(平成22年GIS更新委託成果品) ⑨企業庁管理山林 水源の森林推進課、平成24年4月版 ⑩県有林 県有林課、平成22年度版 ⑪官道林 水源の森林推進課、平成23年4月1日版(平成22年GIS更新委託成果品) ⑫国有林 水源の森林推進課、平成23年4月1日版(平成22年GIS更新委託成果品) ⑬森林有林 ⑭PLAN.DBNote.xls: 森林情報システムコード表(平成13年3月)	①~⑩研究連携課
		水源林定点観測	①水源林定点観測 平成24年度まで	①水源の森林推進課
		水源確保地モニタリング	①水源確保地モニタリングポイント	①旧e-TanzawaBASE 水源/水源確保地モニタリング/モニタリングポイント
		森林計画図(平成25年版)	①平成25年版地域森林計画図を全県マージしたもの	①森林再生課
		森林計画図 コード表	①森林計画図のコード表	①森林再生課
		水源林カルテ	①小流域/計画区域/細地区流域ごとの水文・地形・森林に関する指標値一覧	①研究連携課
主要水系調査(一般水系)利水現況図(相模川地域)		①流域界、②河川・水路・湖沼、③水文観測所位置、④水道/工業/農業/発電用水関連施設、⑤下流河川施設、⑥多目的取水施設、⑦ダム、⑧地下水規制区域、⑨保安林、⑩水田/畑地	国土交通省国土政策局国土情報課	
流域(治山)		①治山基本図細地区流域ポリゴン	①森林再生課	
水産漁		①水産漁ラインデータ	①国土地理院 基礎地図情報 縮尺レベル25000	
水産		根拠漁獲	①国土地理院 数値地図25000と思われる	
河川		①河川中心線ラインデータ。送水管(トンネル)あり。	①国土地理院 数値地図25000と思われる	
計画区域流域		①治山基本図計画区域流域ポリゴン	①森林再生課 治山基本図細地区流域ポリゴンより作成(研究連携課)	
小流域		①治山基本図小流域ポリゴン	①森林再生課 治山基本図細地区流域ポリゴンより作成(研究連携課)	
中流域		①治山基本図中流域ポリゴン	①森林再生課 治山基本図細地区流域ポリゴンより作成(研究連携課)	
大流域		①治山基本図大流域ポリゴン	①森林再生課 治山基本図細地区流域ポリゴンより作成(研究連携課)	
湖	①湖・相模湖、遠久井湖、宮ヶ瀬湖、丹沢湖、戸ノ瀬湖)ポリゴン	①国土地理院 数値地図25000(空間データ基盤)より湖岸線データを取得して作成(研究連携課)		
地形	標高、陰影起伏図、傾斜角、斜面方向	①標高ラスタ(elevation) ②陰影起伏図ラスタ(hillshade) ③傾斜角ラスタ(slope) ④斜面方向角ラスタ(aspect) ⑤斜面方向(aspect2)	国土地理院 基礎地図情報 数値標高モデル(10mメッシュ)より作成	
	丹沢主要山10ヶ所	①丹沢地域山頂位置10ヶ所 ②丹沢地域山頂位置65ヶ所	①不明(旧e-Tanzawa*基礎情報*4*地図*4*地図*4*地図*4) ②不明(旧e-Tanzawa*基礎情報*4*地図*4*地図*4*地図*4)	
	丹沢大山地域山	①全県を1標高300m未満(標高帯=1)、2)300m以上800m未満(標高帯=2)、3)800m以上(標高帯=3)に区分したポリゴン	①国土地理院 基礎地図情報 数値標高モデル(10mメッシュ)より作成	
	標高帯	①等標高	①国土地理院 基礎地図情報 数値標高モデル(10mメッシュ)より作成	
	10m間隔等標高	①等標高	①国土地理院 基礎地図情報 数値標高モデル(10mメッシュ)より作成	
	5万分の1土地分類基本図調査	表層地質図(1/50000) 東京西南部、横浜、横須賀、三崎、八王子、藤沢、平塚	国土交通省国土政策局国土情報課	
	土地分類基本図ラスタデータ	①表層地質図(1/50000) 上野原・五日市、秦野・山中湖、小田原・熱海・御殿場 ②土壌図(1/50000) ③地形分類図(1/50000)	国土交通省国土政策局国土情報課	
	20万分の1土地分類基本図調査GISデータ	①表層地質、②土壌分類、③地形区域、④地形区分	国土交通省国土政策局国土情報課	
	環境省「自然環境保全基礎調査による現存植生図(第2-5回植生調査:縮尺1/50000、第6,7回植生調査:縮尺1/25000)植生図	①環境省「自然環境保全基礎調査による現存植生図(第2-5回植生調査:縮尺1/50000、第6,7回植生調査:縮尺1/25000)植生図」 環境省「自然環境保全基礎調査による下記調査で、神奈川県内に該当するもの。 ①特定植物群落調査 ②巨樹・巨木調査 ③河川調査 ④海岸改変状況調査 ⑤湖沼調査 ⑥湿地調査 ⑦藻場調査 ⑧干潟調査 ⑨サンゴ調査	①環境省自然環境局 生物多様性センター 自然環境情報GIS提供システム	
	自然環境保全基礎調査	①環境省自然環境局 生物多様性センター 自然環境情報GIS提供システム	①環境省自然環境局 生物多様性センター 自然環境情報GIS提供システム	
	道路・歩道・登山道	歩道ライン・歩道ポイント	①歩道ライン(区分、路線名)90レコード ②歩道ポイント(区分、路線名、No.、備考・施設)5,619レコード	①②自然公園課 歩道データ20110830 歩道収録範囲
		林道全て seikai H22まで	①林道993レコード	①森林再生課 平成22年度版
		系図分収林管理道	①系図分収林管理道 2レコード	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/県営林
		地域水源林管理道	①地域水源林管理道 30レコード(市町村名、ROSEN、YEAR、AREA)	①水源の森林推進課 平成24年度
		管理道	①管理道 12レコード	①水源の森林推進課 平成24年度(その他データ/水源林整備 最終)
全県経路		①全県経路(CODE、施行年度、YEAR、CITY、施工年度) 2535レコード	①水源の森林推進課 平成24年度(その他データ/水源林整備 最終)	
県営林経路		①県営林経路(KANRINO、KANRINKU、KYORI、ZUMEN、NO)3,512レコード	①e-TanzawaBASE(19-9) 基礎/森林関係/県営林	
県営林内 民有林内林道		林道(路線番号、路線名、FLAG)407レコード	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/林道	
丹沢登山道		①登山道(KANRINO、KOUEN、ROSENNO、ROSEN、BIKOU)281レコード	①旧e-Tanzawa 地域/公園	
県営登山道		①登山道(KANRINO、KOUEN、ROSENNO、ROSEN、BIKOU)84レコード	①旧e-Tanzawa 地域/公園	
道路経路		①道路中心線 721,894レコード	①旧e-Tanzawa ?	
2004年登山道調査状況調査		①登山道 100レコード	①旧e-Tanzawa 地域/公園/オーバーユース	
丹沢大山地域内歩道		①道路中心線 720レコード	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/林道	
丹沢大山地域内林道 一般道		①道路中心線 22,913レコード	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/林道	
丹沢大山地域内林道 一般道 歩道		①道路中心線 22,913レコード	①旧e-Tanzawa 地域/人工林/林道	

区分	項目	収録内容	出典
対照流域 ヌタノ沢試験地	地形図(H24作成)	①等高線(2m間隔) ②ヌタノ沢試験地流域界	①②平成24年度対照流域モニタリング基盤図整備業務
	試験地形形状	①ヌタノ沢外郭線_jgd2k_xy9 ②ヌタノ沢流域界_jgd2k_xy9 ③ヌタノ沢流路(谷次数)	①～③平成24年度 対照流域モニタリング流域特性調査業務
	H24植生・土砂調査	①植生区分図(調査結果) ②林床被覆度分布図 ③林床被覆度分布図(落葉期)	①～③平成24年度対照流域調査法調査地 植生・土砂流出調査委託業務
	流域履歴調査	①流域荒廃状況図(1946) ②流域荒廃状況図(1977) ③流域荒廃状況図(1978) ④流域荒廃状況図(1985) ⑤流域荒廃状況図(1996) ⑥流域荒廃状況図(2007) ⑦空中写真(1946, 1977, 1978, 2007, 2010※) ⑧治山施設位置図 ⑨地形区分図 ⑩斜面区分図 ⑪標高区分図	①～⑩平成24年度対照流域調査法調査地 植生・土砂流出調査委託業務 ※2010年の航空写真オルソ画像は「平成22年度 航空測量等委託業務(アジア航測)」成果を追加したものです。
	H24土壌深度調査	①土壌深度調査地点(属性データ:識別番号、土壌深度、新設/既設の別) ②土壌深度分布図	①～②平成24年度対照流域調査法調査地 植生・土砂流出調査委託業務
対照流域 フチリ沢試験地	地形図(H24作成)	①等高線(2m間隔)	①平成24年度対照流域モニタリング基盤図整備業務
	航空写真オルソ画像	①フチリ沢試験地流域界 ②航空写真	①平成22年度森林環境調査付川上流域一斉航空測量業務委託 ②平成24年度対照流域モニタリング基盤図整備業務
対照流域 貝沢試験地	地形図(H24作成)	①等高線(2m間隔)	①平成24年度対照流域モニタリング基盤図整備業務
	航空写真オルソ画像	①航空写真オルソ画像データ(相模湖オルソ25m.tif)	ただし2の元データは平成20年度貝沢地区地形図作成委託業務 ①平成25年度対照法調査地水基情報調査(貝沢)
	植生・毎木・土壌調査地点	①植生・毎木・土壌調査地点 ②GPS調査地点	①平成20年度対照法調査地森林環境調査委託業務
対照流域 大洞沢試験地	地形図(H24作成)	①等高線(1m間隔) ②河川 ③構造物と境界線 ④道路線 ⑤作業道 ⑥大洞沢試験地外形	①～⑥平成24年度対照流域モニタリング基盤図整備業務(元データは平成19年度森林モニタリング調査測量等委託業務)
	試験地形形状	①大洞沢外郭線_jgd2k_xy9 ②大洞沢流域界_jgd2k_xy9 ③大洞沢流路(谷次数)	①～③平成24年度 対照流域モニタリング流域特性調査業務
	流域履歴調査(H23)	1) 斜面区分図 2) 森林計画図 幹材積分布図 3) 森林計画図 樹高分布図 4) 森林計画図 樹林密度分布図 5) 森林計画図 法規制図 6) 森林計画図 林齢分布図 7) 県営林施業 林班図 8) 県営林施業 履歴 9) 県営林施業 履歴 シカ柵工施業履歴 10) 県営林施業 履歴 施業施番履歴 11) 県営林施業 履歴 森林整備施工履歴 12) 林相推移 S54森林状況図 13) 林相推移 S63森林状況図 14) 林相推移 H9頃森林状況図 15) 林相推移 最新林相図(2007) 16) 林相推移 自然環境基礎調査 17) 既往施設分布図 18) 微地形分類図(1977) 19) 微地形分類図(1985) 20) 微地形分類図(1978) 21) 微地形分類図(2000) 22) 微地形分類図(2002) 23) 微地形分類図(2007)	1～23平成23年度大洞沢流域履歴調査
	H21渓流・湧水測定ポイント	①測定地点(湧流): stream.shp ②測定地点(湧水): spring.shp ③湧水の upstream_area2.shp	①～③東京農工大学調査分(H21)
	航空写真オルソ画像	①航空写真(09L09541.tif, 09LC9521.tif)	①平成19年度森林モニタリング調査測量等業務委託
	H24土壌深度調査	①土壌深度調査地点(属性データ:識別番号、土壌深度、新設/既設の別) ②土壌深度分布図	①②平成24年度対照流域調査法調査地土壌深度調査委託

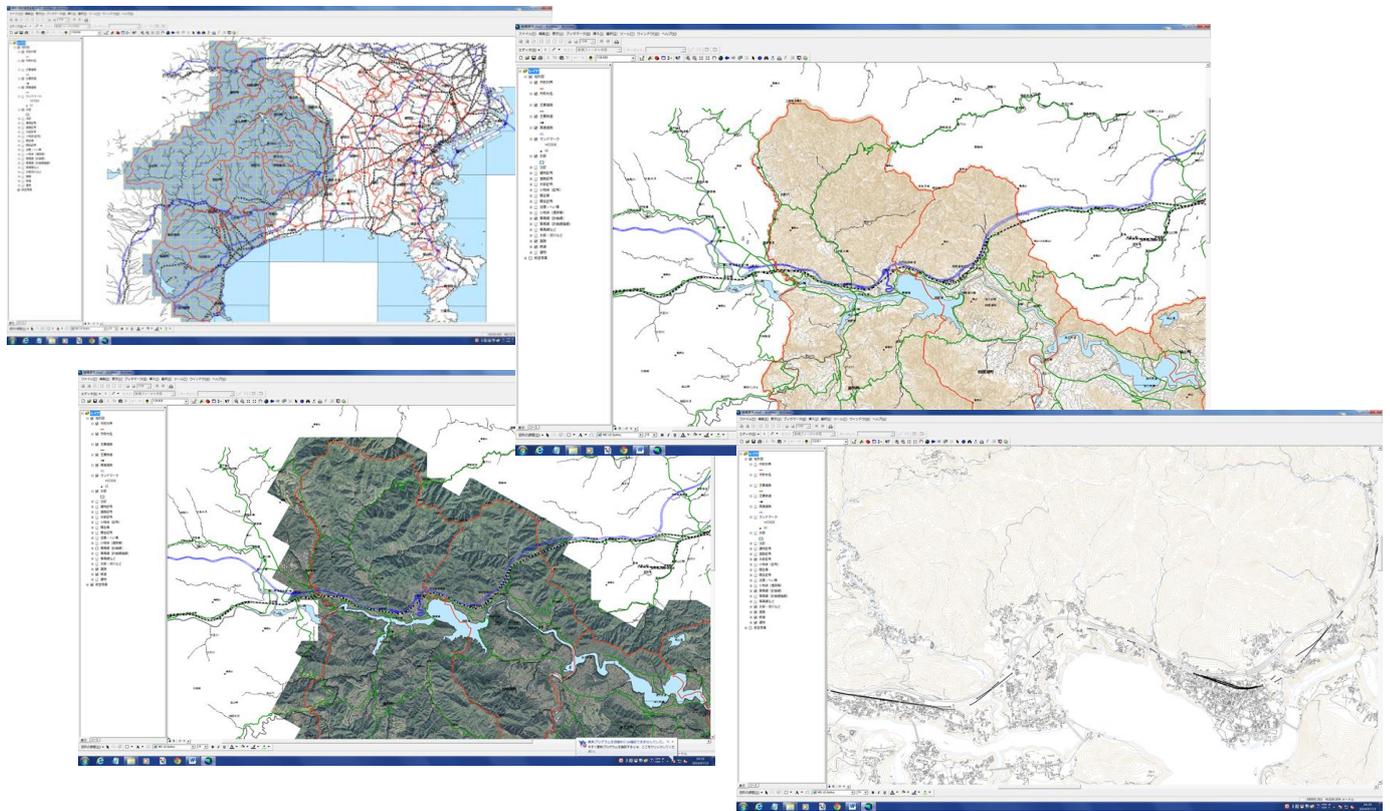


図1 ベースマップ(県西部)の表示例

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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 —総括—
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握
- (4) 担当者 田村 淳・指村 奈穂子・成瀬真理生・谷脇 徹

(5) 背景

第 1 期かながわ水源環境保全・再生施策（水源施策）の終盤の県民会議において、「水源かん養機能に及ぼす森林整備の効果はなかなかわかりづらいが、生態系に着目すれば比較的短期間に整備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 2 回学識経験者によるワークショップが開催され、「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森林整備の効果を、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、林分単位では森林整備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。

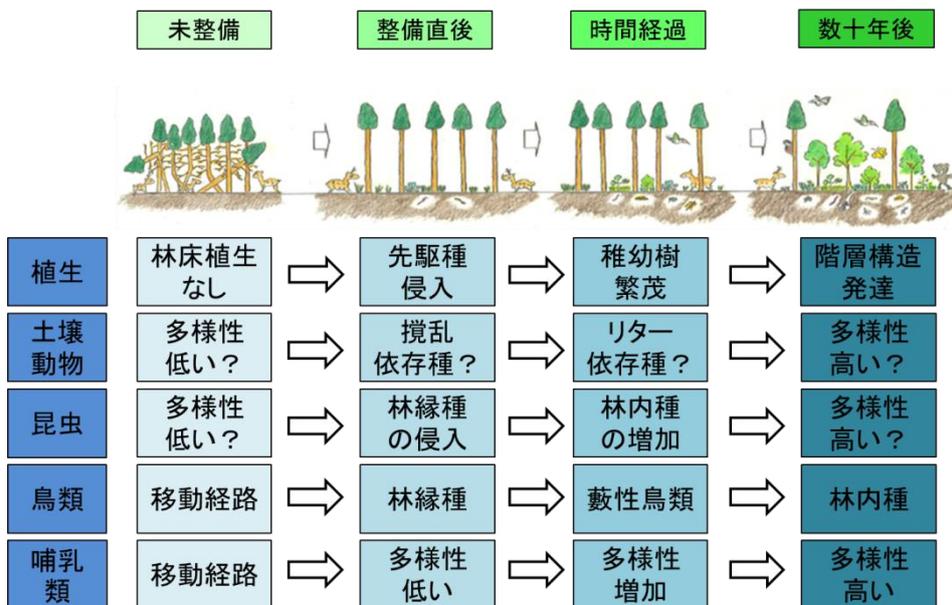


図 1 森林整備に伴う林相と生物分類群の多様性の変化モデル

(7) 方法

- ① 調査地の選定

水源の森林エリアの中から、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つの山域を対象地域とした。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。林相ごとに整備前と整備してからの経過時間による状態を評価するために、整備年度によって「未整備」、「整備直後」、「整備後一定時間経過」の3段階の場所を選定した。各林分の繰り返しは原則3とした。したがって各山域では27林分（林相3×整備年度3×繰り返し3）で調査する。



写真2 小仏山地のヒノキ林の調査林分例（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。

表1 調査のスケジュール

山域	第2期水源施策期間				
	H24	H25	H26	H27	H28
小仏山地		予備調査	本調査		
箱根外輪山			予備調査	本調査	
丹沢山地				予備調査	本調査

(8) 結果の概要

小仏山地の27林分で植物、昆虫類、鳥類、哺乳類を調査した。植物を除く分類群は冬季に調査したため整備による顕著な効果を確認できなかった。これらについては平成26年度夏季の調査を待つ解析する。

植物では、下層植生の植被率は、広葉樹林では整備履歴で違いはなかったが、人工林では整備後4～7年の調査区で高い傾向があった。下層植生の種数は、ばらつきはあるものの、どの林相においても未整備、整備後3年以内、整備後4～7年経過の順に多い傾向があった。

昆虫類では、27林分で5綱16目32科703個体の地表性昆虫等の節足動物が捕獲された。

鳥類では、27林分で41種の計3568羽が確認された。

哺乳類調査では、中大型種ではセンサーカメラを、小型種ではシャーマントラップを用いた。大型哺乳類は27林分で計5目10科12種が確認された。最も多く撮影されたのはタヌキ417回で次いでニホンザル377回、イノシシ183回、ニホンノウサギ180回であった。ニホンジカは12林分で60回撮影された。小型哺乳類は3林分でヒメネズミ3個体のみが捕獲された。

(9) 課題

- ・林分スケールでの各分類群の種多様性に及ぼす整備効果の評価
- ・山域スケールでの各分類群の種多様性と整備効果の評価
- ・山域スケールでの林相変化図と生物多様性、生態系の健全性の総合解析

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
 Ca. 植物
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握
- (4) 担当者 指村奈穂子・成瀬真理生・田村 淳
- (5) 目的

水源林における植物の種組成、種数、種多様性への整備の影響を明らかにするとともに、混交林に誘導するための更新木の評価を行うことを目的とする。

(6) 方法

調査区の設置：小仏地域のスギ林、ヒノキ林、広葉樹林（林齢 34～81 年）の、施業前、施業後 3 年以内、施業後 4～7 年の林分に、それぞれ 3 か所ずつ合計 27 か所に、20m×20m の方形区を設置し、方形区内に 2m×2m の小方形区を 10 個設置して、以下の調査を行った。まず、方形区内の樹高 1.5m 以上の立木の樹種と胸高直径を測定した。そして、小方形区ごとに、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、環境条件調査として、方形区ごとに、方位、傾斜、緯度、経度、標高、谷と尾根の位置関係を記録し、全天写真から開空度を算出した。

(7) 結果の概要

ア 林分構造

立木本数は、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林ともに、整備後 3 年以内の調査区で少なかった（図 1）。整備の時に、間伐作業に合わせて除伐を行うためと考えられる。整備後 4～7 年の調査区では、立木本数は多くなり、整備後の時間経過で立木本数が回復していると推察される。立木種数は、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林ともに、整備後 3 年以内の調査区で少なかった（図 2）。これについても、整備時の除伐によって種数が減ることが原因と考えられる。整備後 4～7 年のほとんどの調査区では、立木種数が多く、整備後の時間経過で立木種数も回復していると考えられる。

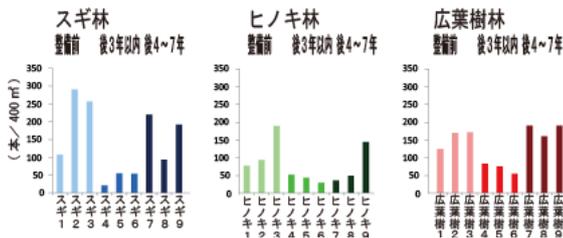


図 1 立木本数

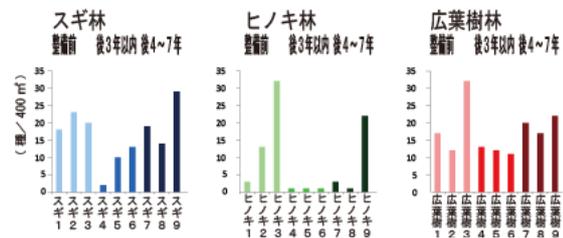


図 2 立木種数

イ 林床植生

林床植生の植被率は、広葉樹林では整備履歴であまり違いはなかったが、人工林については、整備後 4～7 年の調査区で、高い傾向があった（図 3）。林床植生の種数は、ばらつきはあるものの、どの林相においても、未整備、整備後 3 年以内、整備後 4～7 年の順に多い傾向があった（図 4）。これらから、林床植生は、整備によって豊かになる可能性が示された。

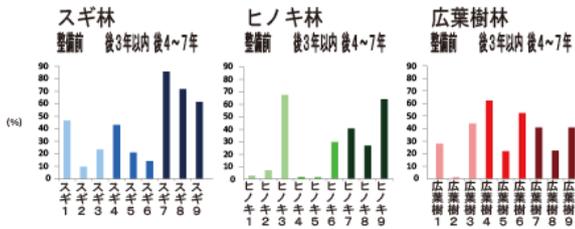


図3 林床植生の植被率

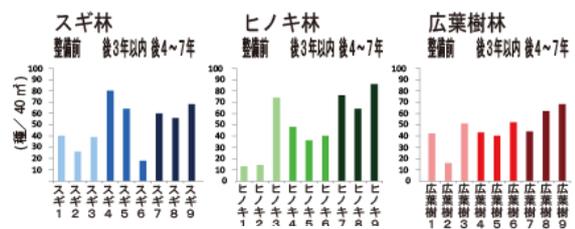


図4 林床植生の種数

林床植生の種数を林相ごとに比較すると、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林の順に多かった（図5）。林床植生の種数を整備状況で比較すると、整備後4～7年、整備後3年以内、未整備の順に多かった。林相と整備状況の組み合わせごとに、そこだけに出現した種数を比較すると、スギ林かつ整備後3年以内には24種と最も多く、次いでヒノキ林かつ整備後4～7年に14種であった（表1）。このように、林相および整備状況ごとに出現する種は異なっており、さまざまな林相および整備状況の林分が存在することで、地域の林床植物の種数は高く維持されていると考えられた。

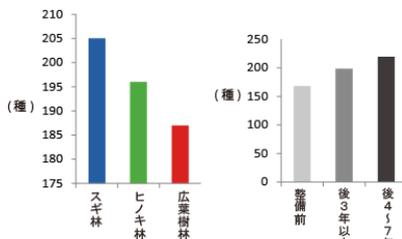


図5 林相と整備状況ごとの林床植生の種数

表1 各林相と整備状況の組み合わせだけに出現した種数

	整備前	後3年以内	後4～7年	
スギ林	7	24	10	54
ヒノキ林	7	9	14	38
広葉樹林	9	10	12	41
	27	47	52	307

ウ 更新木の状況

更新木は、人工林では、未整備、整備後3年以内、整備後4～7年の順に多い傾向があり、整備後4～7年の調査区ではヘクタールあたり3000本を超えていた（図6）。広葉樹林の更新木は、人工林よりカエデ類、ケヤキ、サクラ類が多かった。人工林の更新木は、整備前にはヤマグワ、アラカシなど、整備後4～7年ではケヤキ、エゴノキ、カラスザンショウ、サクラ類、ミズキなどの鳥散布種が多かった。

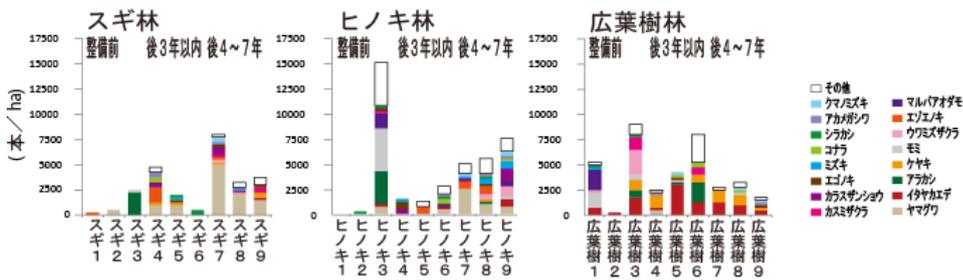


図6 更新木の種ごとの本数密度

更新木について、種子散布型の割合で、林相および整備状況による出現状況を検討すると、未整備、整備後3年以内、整備後4～7年の順に、鳥散布種の割合が多くなっていく傾向があった（図7）。整備によって、鳥散布種の侵入と定着が促進されていると考えられる。また、更新木について、先駆種の割合で林相および整備状況による出現状況を検討すると、人工林においては、整備後3年以内で先駆種の割合が高い傾向があった（図8）。整備後時間が経過していない林分では、林床が明るく先駆種の定着が促されていることがうかがえる。

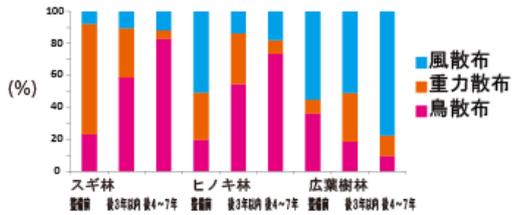


図7 林床植生の植被率

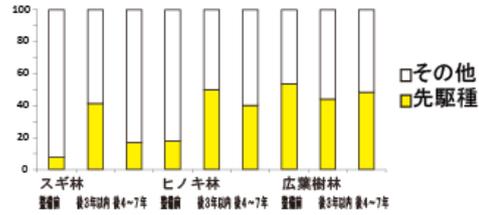


図8 林床植生の種数

(8) 課題

今後は、同調査地で計測した立地環境条件と、林分構造、林床植生、更新木との関係を解析する。また、同様の調査を箱根外輪山においても行って解析し、地域ごとの違いについても検討する必要がある。

(9) 成果公表

- ・ 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) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Cb. 昆虫
- (2) 研究期間 平成25年度～
- (3) 予算区分 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

手入れ不足の水源林において間伐等を行い、針広混交林など水源涵養機能の高い森林を目指すにあたり、施業や時間経過に伴う林内環境の変化が森林生態系に及ぼす影響を検証することが求められている。そこで、林床環境により生息する種群が異なることが予想される地表性昆虫に対して施業が及ぼす影響を明らかにすることを目的として、林相及び施業時期の異なる林分においてピットフォールトラップ（落とし穴）調査を行い、捕獲される地表性昆虫の違いを調べた。今年度は初年度の調査であることから予備調査として位置づけた。調査はアジア航測株式会社に委託して行った。

(6) 方法

調査地は小仏地域のスギ林、ヒノキ林及び広葉樹林（林齢34～81年）のなかから施業前、施業後3年以内及び施業後4～7年の林分3地点ずつ合計27地点を選定した。ピットフォールトラップは誘引物や保存液を入れないプラスチックカップを上端が地表と同じ高さになるように地中に埋め込んだものであり、各調査地に設定された20m×20m方形区の四隅と中心の5箇所に設置した。トラップの設置時期は11月5～7日、回収時期は11月12～14日であり、すべてのトラップ設置期間は7日間とした。採集したサンプルは持ち帰ってソーティング後に種同定を行い、70%エタノール液漬標本とした。

(7) 結果の概要

全地点で5綱16目32科703個体の地表性昆虫等の節足動物が捕獲された（表1）。昆虫以外の節足動物では、ダニ目、タナグモ科、ワラジムシ目、ヤスデ綱が個体数、地点数ともに多く捕獲された。昆虫綱のトビムシ目ではシロトビムシ科が地点数は少ないが1地点では多数捕獲される傾向がある一方、アヤトビムシ科のように多くの地点で捕獲される種類があった。バッタ目ではコノシタウマが広く捕獲される一方、マダラカマドウマは少ないながらスギとヒノキの間伐施業前の地点で捕獲された。オサムシ科ではクロツヤヒラタゴミムシが個体数、地点数とも最も多く捕獲された。センチコガネ科のセンチコガネは9個体のうち8個体が広葉樹林で捕獲された。アリ科のオオハリアリが捕獲されたのは5地点のうち4地点が広葉樹林であり、残り1地点はスギの間伐施業前であった。アズマオオズアリの捕獲個体数は18個体と多かったが地点数は1地点のみであった。今回は気温の低い11月調査であり捕獲個体数が少なく十分な群集構造の解析は行えなかったが、捕獲される種や捕獲数の多い種が把握され、種によっては林相や施業時期により捕獲数が異なる可能性があることが分かった。そこで引き続きデータ解析を行い、指標となる種の検討を進めていく。

(8) 課題

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Cc. 鳥類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 水源林整備事業費
- (4) 担当者 成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳

(5) 目的

神奈川県では、管理不足の私有林を水源林として確保し、間伐などの施業を繰り返し、針広混交林や巨木林など水源かん養機能の高い森林づくりを目指している。そこで本研究では、小仏地域の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、冬季のデータを用いて予察的に解析した。

(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 7:30 から 12:30 で、2014 年 1 月 7 日から 2014 年 1 月 30 日の間に各プロット 2 回調査した。

(7) 結果の概要

観察された種は合計で 41 種、個体数は 3568 羽だった。出現した鳥類は市街地を主な生息地するものから山地に住むものまで幅広く生息していた（表 1）。

表 1 出現種と個体数

種名	個体数	種名	個体数	種名	個体数	種名	個体数
トビ	14	ヒヨドリ	502	ウグイス	8	クロジ	3
ハイタカ	6	モズ	+	キクイタダキ	37	アトリ	239
オオタカ	2	カワガラス	+	エナガ	313	カワラヒワ	457
ノスリ	1	ミソサザイ	23	コガラ	56	マヒワ	1
ハヤブサ	+	カヤクグリ	+	ヒガラ	190	イスカ	+
コジュケイ	+	ルリビタキ	28	シジュウカラ	143	ベニマシコ	+
ヤマドリ	+	ジョウビタキ	1	ヤマガラ	278	ウソ	17
キジバト	23	トラツグミ	1	ゴジュウカラ	3	シメ	11
アオバト	49	アカハラ	6	キバシリ	17	イカル	398
コゲラ	98	シロハラ	57	メジロ	343	ムクドリ	+
アカゲラ	8	ツグミ	39	ホオジロ	11	カケス	44
アオゲラ	17	ガビチョウ	+	カシラダカ	5	ハシボソガラス	3
キセキレイ	+	ソウシチョウ	19	アオジ	1	ハシブトガラス	96
セグロセキレイ	+						

※ +は調査プロット外の観察種

各プロットの個体数は、カラ類の混群など群れの飛来の有無によってばらついた。冬季の鳥類群集は偶発性が強いと思われるので、繁殖期の鳥類群集を調査する必要がある（平成26年度夏季に同一プロットで調査予定）。大まかな傾向として、ヒノキ林・広葉樹林では施業後0～3年のプロットでは、個体数・種数・多様度指数いずれの値も低かったが、いずれの林相も施業後4～7年のプロットではこれらの値が高かったため施業による鳥類の減少は一時的なものであり、施業から年数が経過すると鳥類群集の多様度指数は高くなることが示唆された（図1・図2・図3）。また、下層植生が多いプロットには、草本層・低木層を利用する個体や地上採餌型鳥類の個体が多いことが示唆された（図4）。

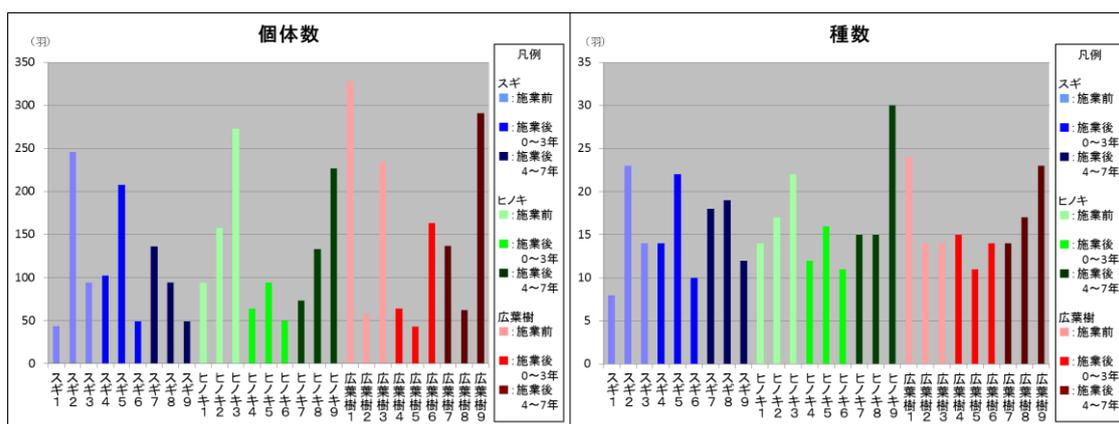


図1 プロット別出現個体数

図2 プロット別出現種数

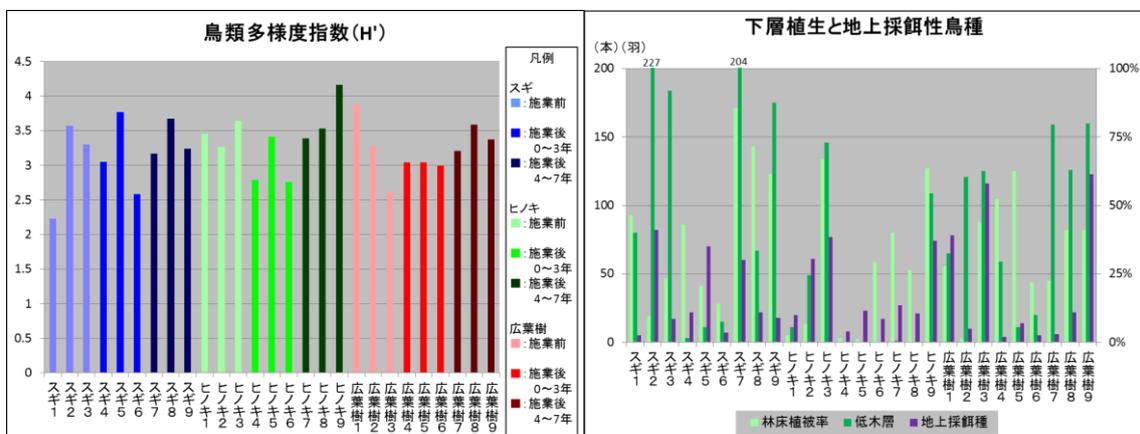


図3 プロット別多様度指数

図4 下層植生量と地上採餌性鳥類の個体数

(8) 課題

引き続き水源林整備地でモニタリングする。また水源林整備とシカ捕獲の連携箇所を検討して、調査地の設置と現況調査を実施する。

(9) 成果公表

- 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.

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 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
Cd. 哺乳類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 水源林の整備が森林生態系に及ぼす効果把握
- (4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

手入れ不足の水源林を針広混交林など水源涵養機能の高い森林に誘導することを目指しているが、間伐等の施業やその後の時間経過に伴う林内環境の変化により、生息する動物が異なることが予測される。そこで、センサーカメラによる中・大型哺乳類調査と、シャーマントラップによる小型哺乳類調査を行った。調査はアジア航測株式会社への委託で行った。

(6) 方法

調査地は小仏地域のスギ林、ヒノキ林及び広葉樹林（林齢 34～81 年）の施業前、施業後 3 年以内及び施業後 4～7 年の林分 3 地点ずつ合計 27 地点とした。センサーカメラの設置個数は各林分 2 個とした。設置期間はおよそ 3 ヶ月であり、設置日は 2013 年 11 月 14～28 日、撤去日は 2014 年 3 月 3～11 日とした。月に 1 回程度の頻度で見回りを行い、SD カードと電池を交換した。撮影データを整理、種ごとの撮影枚数を解析した。シャーマントラップは各林相・施業時期の組み合わせから 1 地点ずつ合計 9 地点を選定し、10m 間隔の格子状に 50 個ずつ設置した。設置期間は 3 晩であり、設置日は 11 月 26 日～12 月 2 日、回収日は 11 月 29 日～12 月 5 日とした。トラップは毎日見回り、捕獲された場合は種、性別、捕獲位置等を記録した後、標識をつけて野放した。

(7) 結果の概要

1. 中・大型哺乳類調査

センサーカメラにより全地点合計で 5 目 10 科 12 種の哺乳類が 1,443 回撮影された（表 1）。これにはイエネコ 23 回及び識別不可 142 回を含めていない。最も多く撮影されたのはタヌキ 417 回で次いでニホンザル 377 回、イノシシ 183 回、ニホンノウサギ 180 回であった。これらはいずれも 17～26 地点と広域で撮影された。ニホンジカは丹沢山地を中心に過度の採食が問題となっているが、小仏地域では 12 地点で 60 回撮影された。神奈川県レッドデータで準節減危惧種に指定されているキツネは 11 地点で 15 回、ニホンリスは 5 地点で 20 回撮影された。特定外来種であるアライグマは 8 地点で 22 回撮影された。林相や施業時期との関係でみると、ニホンザルはヒノキ林と広葉樹林の施業後時間経過地点では撮影されていない。また、イノシシはヒノキ林や広葉樹林で間伐直後に少なくなる傾向がある。ニホンノウサギはスギ林、ヒノキ林、広葉樹林の間伐施業前に多くなる地点があり、これと比べるとスギ林やヒノキ林では施業直後や施業後時間経過地点の撮影頻度は少ないが、広葉樹林ではそれぞれ 10 回以上撮影される地点がある。このように、種によって林相や施業時期と撮影頻度が関係する可能性があることが分かった。

2. 小型哺乳類調査

シャーマントラップにより全地点でヒメネズミ 3 個体が 3 地点で捕獲された（表 2）。このうち 1 個体は一度捕獲して標識・野放後に約 41m 離れた地点で再度捕獲された。今回の調査の捕獲数は一般的なシャーマントラップ調査と比べて非常に少なかった。気温の低下や堅果類の豊作といった餌資源量などが小型哺乳類の活動・誘引を妨げた可能性がある。また、林相・施業時期の各組み合わせのうち一林分のみ調査であったが、中・大型哺乳類の撮影頻度が同じ林相・施業時期でもばらつくことを踏まえると地点数を増やしたほうがよいと考えられる。

(8) 課題

哺乳類の生息には隠れ場所や餌資源量などが関係する可能性があることから、得られたデータを用いて林分構造や植物の種組成などによる解析を行う必要がある。小型哺乳類は林相や施業時期への反応を検出するため、活動の活発な時期に地点数を増やした調査を実施する必要がある。

(9) 成果公表

なし

表 1. センサーカメラにより撮影された中・大型哺乳類

目名	科名	種名	学名	スギ									ヒノキ									広葉樹									撮影回数合計	撮影地点
				間伐			施業直後			施業後時間経過			間伐			施業直後			施業後時間経過			間伐			施業直後			施業後時間経過				
				前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後	前	中	後		
サル	オナガザル	ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	3	18	28	143	6	7	8	4		6	1	34	25			68	2	16	3	5								377	17
ネコ	イヌ	キツネ	<i>Vulpes vulpes</i>		1	1	1		2				1	1	1				2	3								1	15	11		
		タヌキ	<i>Nyctereutes procyonides</i>	7	23	39	24	17	1	9	4	2	27	65	2	5	2		1	11	39	73	2	3	13	2	13	18	2	13	417	26
	アライグマ	<i>Procyon lotor</i>				1	10					1	3	3													1	2	1	22	8	
	イタチ	テン	<i>Martes melampus</i>		3		4		5	2	2	1		2		1	2	5	4	10		2	2	2				1	1	8	57	18
		アナグマ	<i>Meles meles</i>		1	6				1	4		1	9		5			4			9			1	1		1	8	1	52	14
	ジャコウネコ	ハクビシン	<i>Paguma larvata</i>	1		10		1	2				14	1	1	1								14				6		51	10	
ウシ	イノシシ	イノシシ	<i>Sus scrofa</i>		8	1	2	6	1	3			2	5	26	2	2		5	13	4	9	11	22				5	11	45	183	20
	シカ	ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>		1		11						1	3	3	15						7	1	11				1	1	5	60	12
ネズミ	リス	ニホンリス	<i>Sciurus lis</i>	1																				4				2		12	20	5
	ネズミ	アカネズミ属	Gen. Apodemus									2		2	3						4										9	3
ウサギ	ウサギ	ニホンウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>		19	5	5	2		2	3	2	1	25		2	5		8	2		48	1	3	10	13	2	19	1	2	180	22
撮影回数合計				12	74	90	191	42	7	28	21	9	47	117	36	51	58	2	15	37	60	216	22	61	42	21	22	61	13	88	1443	-

表 2. シャーマントラップにより捕獲された小型哺乳類

目名	科名	種名	学名	スギ			ヒノキ			広葉樹			合計	捕獲地点
				間伐	施業	施業後	間伐	施業	施業後	間伐	施業	施業後		
				前	直後	時間経過	前	直後	時間経過	前	直後	時間経過		
ネズミ	ネズミ	ヒメネズミ	<i>Apodemus argenteus argenteus</i>	H24協19(19)	H22協46(10)	H18協56(15)	H24協19(20)	H22協46(7)	H18協64(4)	H25協17(13)	H22協46(77)	H18協56(27)	3	3

※再捕獲した個体 (2回捕獲)

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化
Da. 花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発
- (2) 研究期間 平成22～25年度
- (3) 予算区分 国庫（農林水産省農林水産技術会議、森林総合研究所より受託）
- (4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

(5) 目的

無花粉スギの種子による実用化を図るため、無花粉スギによる閉鎖系採種園を整備し、種子による無花粉スギ生産を実施しているが、想定される無花粉スギと通常スギの分離比が期待値である1/2を大きく下回っており、その改善が課題となっている。このため分離比が大きく下回っている原因究明のため、閉鎖系採種園内での人工交配による無花粉スギ種子の早期検定及び花粉親の無花粉ヘテロ検定を行い、閉鎖系採種園における無花粉スギ発現率低下原因の究明と無花粉スギ発現率の向上を図る。

(6) 研究方法

①簡易検定による無花粉スギ検定

閉鎖系採種園の無花粉発現分離比の大きく下回っている原因究明のため、閉鎖系採種園で秋に採取した無花粉スギ種子を、グロースチャンバー（サンヨーMLR-351）内で当年秋に播種し、冬期間育苗を行い、翌春から温室内で育苗し7月に葉面散布によりジベレリン処理を行い、1月に着花した雄花をつぶして花粉の有無により無花粉スギの検定を行なった。

②閉鎖系温室内の環境改善手法検討（H23～25）

閉鎖系温室内の花粉飛散を増やすため、環境改善試験を実施する。

③新たな不稔遺伝子導入による出現率向上（H23～25）

別の不稔遺伝子を持った新大1、5、8号等と人工交配苗を用い、理論上実生苗により75%が不稔となる交配組み合わせにより、雄性不稔出現率の向上を目指す。

(7) 結果の概要

①簡易検定による無花粉スギ検定

早期検定による無花粉スギの実生苗の無花粉検定を実施した。2012年に実施した閉鎖系導入クローンのうち、無花粉スギ遺伝子の発現の懸念された問題クローンを除去してからの初めて生産した種子であったが、2012年産の閉鎖系採種園産種子の無花粉スギ出現率は、10本中4本が無花粉であることが確認され、期待値の50%に近い値となり、これまでで最も高くなり、改善の効果が認められた（図1）。

②閉鎖系温室内の環境改善手法検討

昨年に引き続き早期の窓開放とあわせて、扇風機の増強（6台）、1月下旬に温室の設定を試みた。閉鎖系施設内の花粉飛散量の調査を行ったところ、2013年は近接スギ林の花粉飛散量は39,677個/cm²だが閉鎖系温室内3,856個/cm²で昨年同様約1/10であるが絶対量は大幅に向上した。また飛散時期は、2012年は前年12月に設定したところ、閉鎖系内の雄花の開花は早まったが、ピークは野外と変わらない。しかし2013年は、飛散のズレが観察された（図2）。開花調査では、一昨年観察された雄花のカビは観察されず、良好な結実が見られ、種子生産量も向上した（2013年550g）。この結果、施設の設定時期の改善及び早期の施設開放、扇風機の効果が確認された。

③新たな不稔遺伝子導入による出現率向上

閉鎖系採種園の無花粉の発現向上のため、閉鎖系採種園に複数の無花粉遺伝子を持った個体の導入を図るため育成を行い、2つの雄性不稔遺伝子 (*ms-1*、*ms-2*) の2つの無花粉遺伝子をヘテロで持った個体 (*AaBb*) を選抜した (写真)。

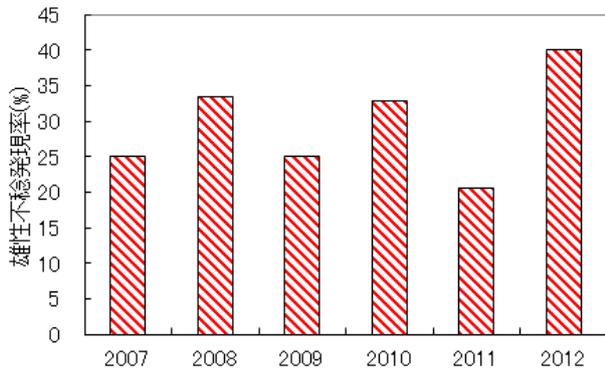


図1 閉鎖系採種園産種子の雄性不稔発現率
手法は短期間検定(本間ら2006)による

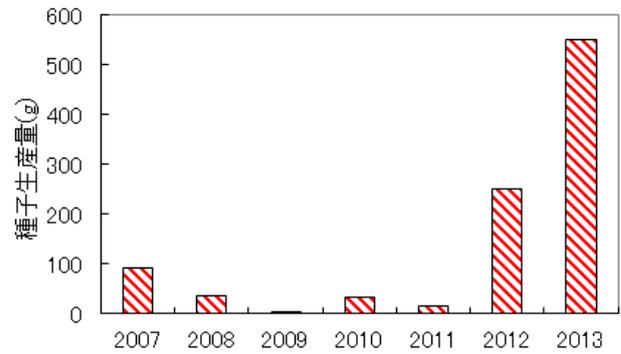


図3 閉鎖系採種園産種子生産量の年次変動

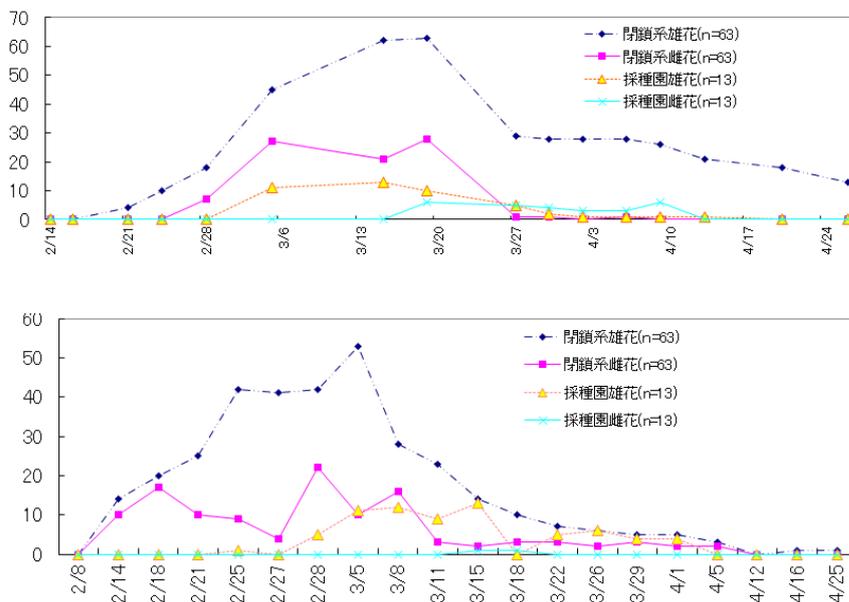


図2 閉鎖系採種園と採種園の開花数(2012上 2013下)

閉鎖系採種園内の 2012 年と 2013 年の開花数の推移
雄花は花粉の飛散、雌花は珠孔液による



写真 選抜した MS-1 と MS-2 を持つ個体 (AaBb、中央)

(8) 課題

2つの無花粉遺伝子を持った苗木の養成は、戻し交雑等で確認が必要になるため、決定まで時間が必要であり、複数のクローンが必要な閉鎖系温室の実用化には、しばらく養成に時間が必要であるため、当面は人工交配による実用化を目指す。

(9) 成果の発表

齋藤央嗣 (2012) スギ・ヒノキ雄花鱗片の気孔, 第53回日本花粉学会大会(口頭発表)

齋藤央嗣 (2013) 雄性不稔スギ閉鎖系採種園における雄性不稔発現率の改善, 日本森林学会第15回大会 (口頭発表)

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化
Db. スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業
- (2) 研究期間 平成 20～26 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) 研究方法

①雄花着花量調査 (スギ)

県内各地に育成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、2 カ所のヒノキ林の目視調査と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。

(7) 結果の概要

①雄花着花量調査

雄花着花量調査の平成 9 年から 25 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、24 点となり、少なかった一昨年 (H23) の 20.7 点は上回るものの、昨年 (H24) の 66 点を大きく下回り大幅に減少した。本調査開始後 16 年間の平均値 (44.4 点) も大きく下回っており、調査期間を通じて 7 番目に低く、平成 26 年春の花粉飛散量は、例年よりも少なくなると予想された。なお、地域別の着花点数は、県西部が 28.3 点と高く、県北部が 18.5 点と低くなった (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おり、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ある。平成 25 年夏の気象 (横浜地方気象台「海老名」) では、7 月の平均気温は平年の 105%、降水量は 38% と極端に少なく、日照時間は平年の 101% と平年並であったが、8 月の平均気温は平年の 106% とやや高く、降水量は平年の 25% と大幅に少なく、日照時間は平年の 130% と多く、雄花が多くなる気象条件であった。しかし日照時間に対して、着花点数が大幅に低下した (図 3)。これは昨春の着花量が多かったため、結実量が多くなり、今夏の気象要因のわりに着花量が減少したものと思われた。

②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

小田原市久野のトラップ調査を引き続き実施した。さらに目視調査実施のため、スギ同様に県西部から北部にかけてのヒノキ林 40 カ所を目視調査地として選定した林分 (表) について着花調査を行った (図 4)。調査は 12 月および 3 月に実施したが、大きな差は認められなかったものの、12 月時点で多いとした一部の林分で雄花量が減少した林分があった。このうち 9 カ所については小田原市久野の 1992 年よりトラップ調査により雄花量の調査を行った。昨年の着花点数と雄花生産量の相関係数は 12 月調査では 0.52 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(図 5)。実際に外れ値である No32 の林分の値を外すと相関係数が 0.73 となり有意な相関関係が認められる。しかし 3 月調査では相関係数は 0.26 となり有意ではなかった(図 5)。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り、今後検討を要する。

(8) 課題

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。

(9) 成果の発表

・雄花着花調査の結果は、平成 25 年 12 月 19 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 26 年春の花粉飛散量は少ない)。

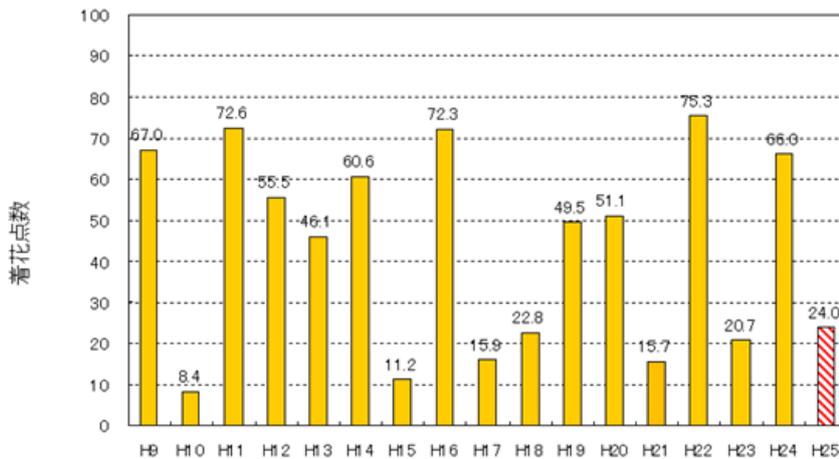


図1 県内スギ林30箇所の平均着花点数の年変化
(16年間の総平均値: 44.4点)

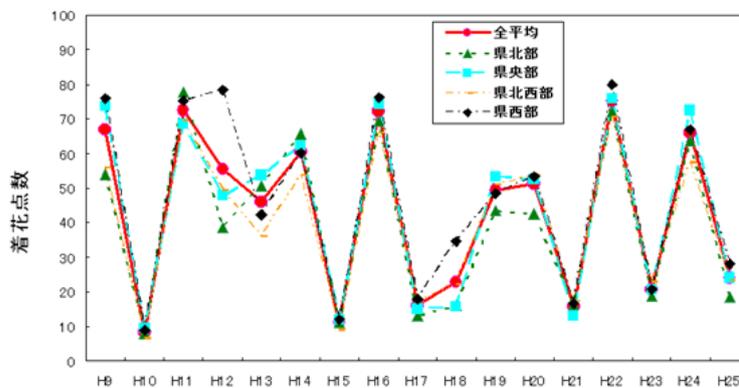


図2 地域別の着花点数の年変化

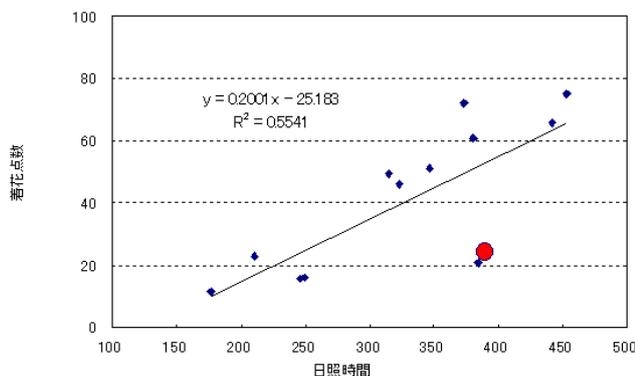


図3 7月と8月の日照時間と着花点数との関係
(横浜地方気象台:海老名観測所 赤丸点が平成25年)

表1 設定したヒノキ定点林一覧表

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
		北緯(度)	東経(度)			胸高直径	樹高	林齢	
1	薮毛	35° 24' 55.13"	139° 13' 31.56"	390	S	24.2	17.6		蕨野市薮毛
2	香檳	35° 25' 46.47"	139° 12' 19.76"	730	SE	17.9	10.3		蕨野市香山
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	足柄野線久野林道分岐下	35° 15' 01.46"	139° 05' 57.28"	410	SE	43.8	15.8		小田原市久野
5	長川	35° 33' 48.20"	139° 16' 06.58"	180	NW	21.0	12.2		相模原市緑区長竹
6	神川	35° 34' 08.19"	139° 15' 15.27"	240	S	30.7	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	丁沢黒	35° 34' 28.37"	139° 12' 49.26"	350	N	34.7	15.7		相模原市緑区丁沢沢
9	与井 2	35° 38' 21.05"	139° 11' 00.39"	480	S	19.8	11.1		相模原市緑区与井
10	与井	35° 38' 28.54"	139° 11' 03.57"	600	W	38.6	18.0		相模原市緑区与井
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	菅根	35° 33' 08.85"	139° 09' 23.38"	300	NW	24.0	13.4		相模原市緑区菅根
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	湿生花園	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	長崎山	35° 17' 07.89"	139° 00' 57.62"	820	SE	28.4	9.0		南足柄市矢倉沢
17	極山水源林入口	35° 17' 47.07"	139° 01' 38.66"	530	SE	21.9	8.3		南足柄市矢倉沢
18	定駒峠下	35° 19' 08.30"	139° 01' 09.27"	540	E	40.3	13.8		南足柄市矢倉沢
19	河野	35° 19' 44.23"	139° 04' 18.12"	210	NE	27.4	13.9		南足柄市河野
20	弘道寺	35° 19' 29.38"	139° 04' 47.18"	180	N	32.4	15.1		南足柄市河野
21	白石沢キャンプ場跡	35° 20' 27.43"	139° 03' 31.32"	670	SE	47.5	19.9		定駒上郡山北町中川
22	中ノ沢	35° 26' 54.02"	139° 04' 41.03"	640	SE	45.0	19.2		定駒上郡山北町玄倉
23	七沢	35° 27' 08.15"	139° 16' 46.62"	170	N	33.2	14.8		厚木市七沢
24	神木の森	35° 26' 42.82"	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		伊勢原市子島
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	小薮毛	35° 24' 31.66"	139° 14' 53.24"	480	NW	32.3	12.6		蕨野市薮毛
29	鹿沢林道	35° 28' 29.12"	139° 14' 05.40"	390	NW	32.3	15.1		栗甲野清川村清川
30	寄	35° 23' 8.71"	139° 8' 05.4"	320	NW	31.0	15.8		定駒上郡松田町寄
31	21Cの森	35° 20' 42.57"	139° 09' 77"	670	NW	24.5	3.2		南足柄市内山
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
33	久野 No.2	35° 15' 06.44"	139° 05' 39.26"	450	N	31.2	19.4	63	小田原市久野
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
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
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
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
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
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
40	久野 No.10	35° 15' 11.09"	139° 04' 49.27"	680	W	17.2	10.1	72	小田原市久野

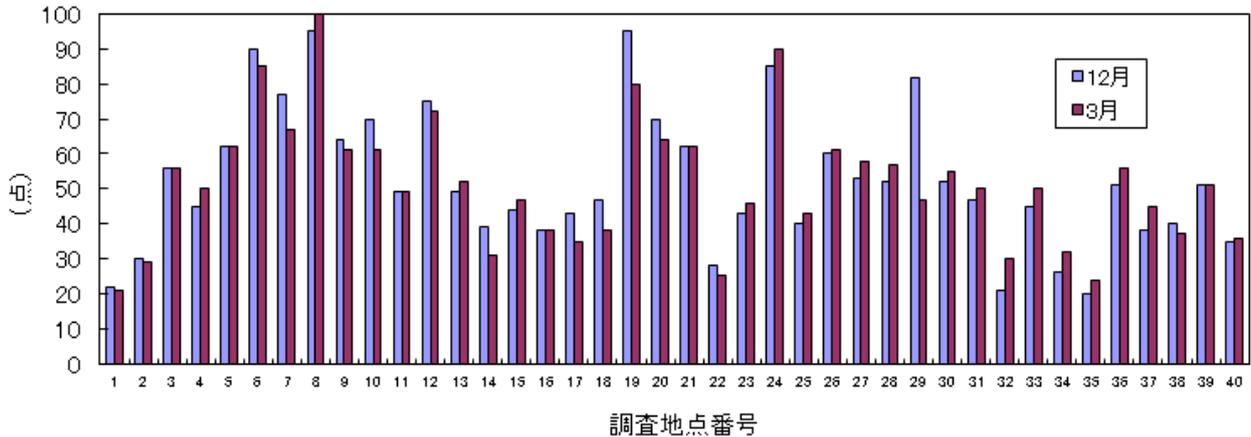


図4 雄花ランク別に重み付けをした林分ごとの雄花着花点数

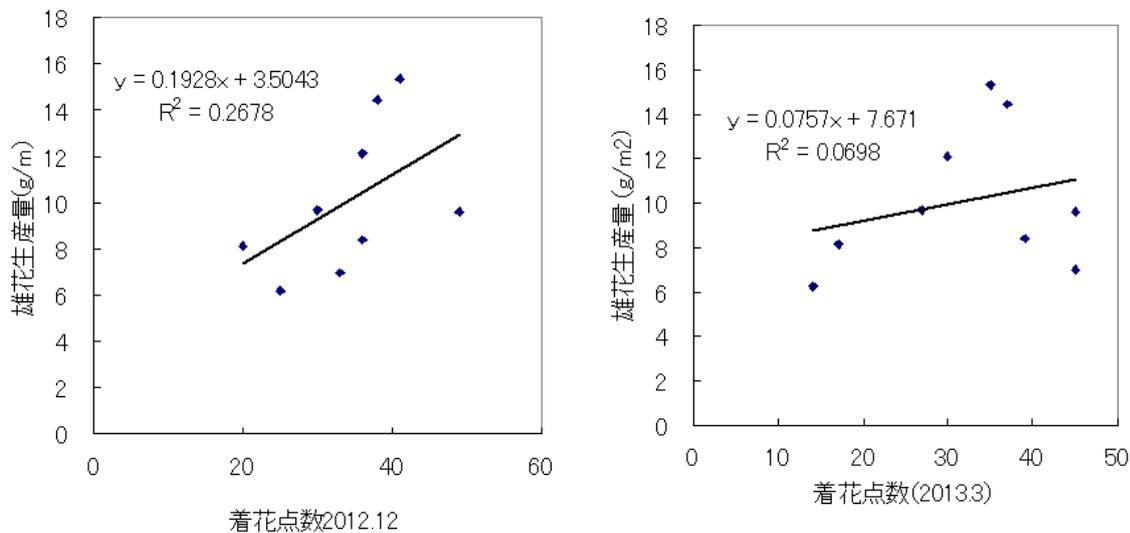


図5 定点林における点数化した雄花着生量と雄花生産量の関係

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 D. スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化開発
Dc. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究
- (2) 研究期間 平成 22～26 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) 研究方法

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、2013 年は 15,935 個と 2012 年の 1,288 個を大きく上回ったが、最大の一昨年を下回った（図 1）。これまで認められてきた林齢の違いによる差は認められなかった。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。2013 年の自然着花の指数平均は 2.23 と昨年に続きやや豊作となった。

また無花粉ヒノキ探索試験を行い、雄花だけでなく雌花も不稔である両性不稔ヒノキを選抜した。

ウ スギ林分での花粉飛散量調査

平成 26 年春の総花粉飛散量は、図 4 に示したように豊作の前年に対し 9,422 個/cm² となり前年値を大きく下回った。一方、ヒノキは 4,903 個/cm² となり前年値と大差なくヒノキの割合が高くなった。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（図 5）。

(8) 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。

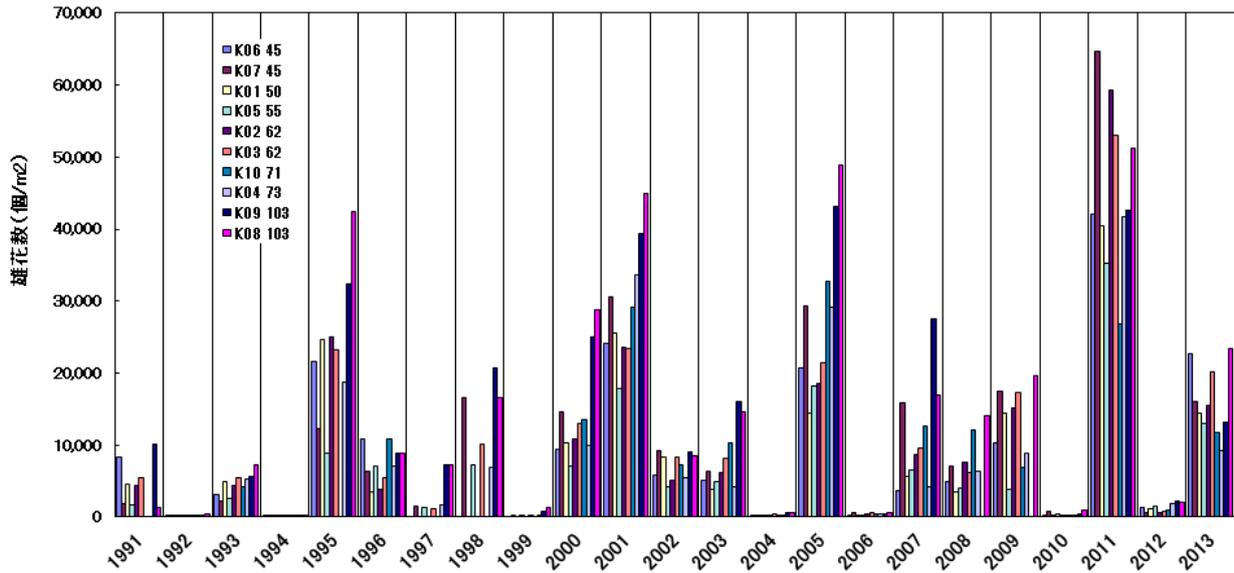


図-1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動
 凡例の数字は2012年時点の林齢を示す。
 91年K04-10、95年K10、97年よりK01-02-06-10は欠測、
 2008,09年はK09欠測

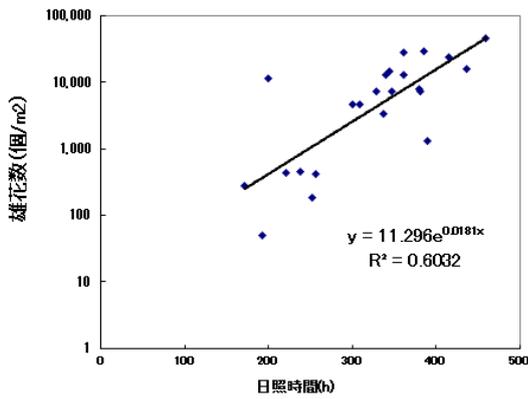


図2 日照時間と雄花数の関係
 日照時間は7・8月合計、指数回帰により有意な相関関係あり($r=0.78, n=23, df=21, p<0.01$)

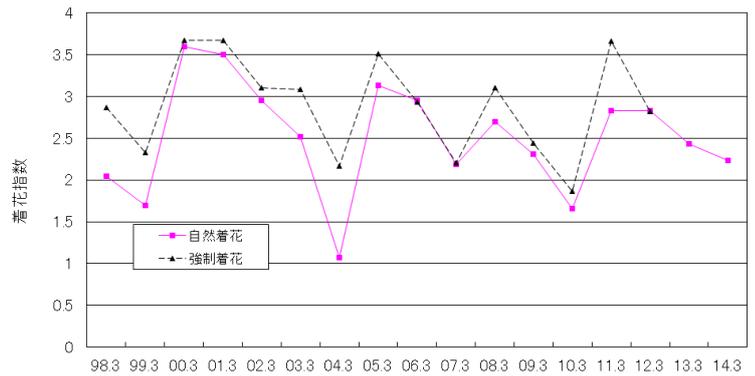


図3 21の森採種園の着花指数の年次変動
 (注)2012年よりエリア別の強制着花を中止

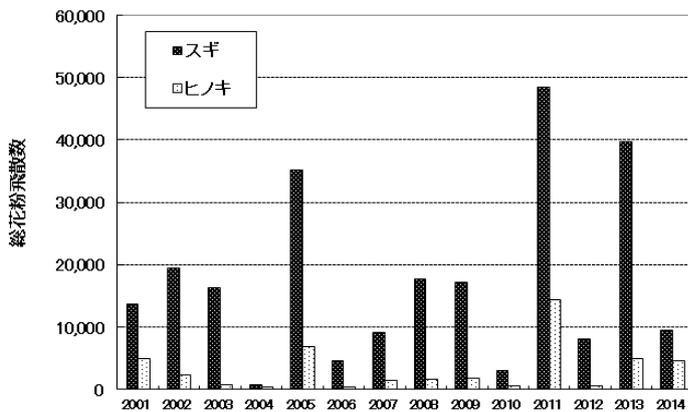


図4 スギ・ヒノキの花粉総飛散量の年変化

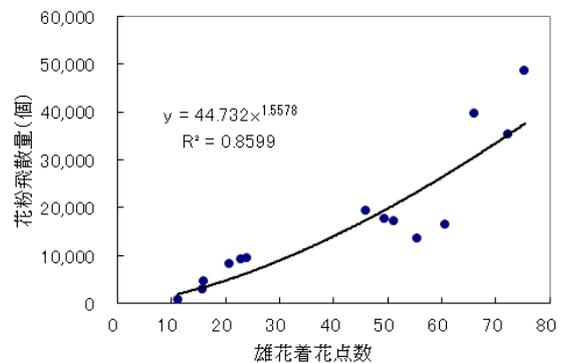


図5 雄花着花点数と花粉飛散量(厚木市七沢)との関係($n=16$) **:1%水準で有意

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 2-2. 野生動物と共存できる森林管理技術の開発
A. シカと森林の一体的管理の推進手法開発
- (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㈱野生動物保護管理事務所に委託して行った。

(6) 研究方法

水源林整備及び野生動物の保護管理の各担当者と連携して、水源林内の 5 箇所調査地を設定した。そのほかに山梨県境の国有林内にも調査地を設定して、捕獲前の植生状態を調査した（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、3 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、6 箇所のうち 4 箇所では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いないものの、「ワシガ沢 1 と 3」の 2

か所では平成 24 年度よりも植被率が 10%以上高くなった。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。これまでにシカの密度が低かった「高指山」の調査地では、他の箇所と同等かそれ以上にシカが撮影されていた。この調査地の植被率が低いことはシカの影響を強く受けていることを示唆している。

表 1 各調査地の概況

管理ユニット	調査地名	柵	林相	植被率(%)	出現種数 (n/4m ²)	ササ稈長 (cm)	更新木最 大高(cm)	樹種	シカ撮影数 個体数 比率(%)
世附川A*	高指山1	-	落葉広葉樹	7.1	23.5			- ヤマホウシ	161 88
	高指山2	-	落葉広葉樹	6.1	20.0			14 エゴノキ	66 80
	高指山3	-	落葉広葉樹	4.1	17.4			10 エゴノキ	314 89
	高指山4	-	落葉広葉樹	43.0	10.0			-	123 82
神ノ川B	姫次1	内	カラマツ	92.0	19.0	74.7	256	ニシキウツギ	
		外	人工林	90.0	23.4	25.0	39	オオハアサガラ	220 86
	姫次2	内	カラマツ	99.5	5.6	81.4	90	オオハアサガラ	
		外	人工林	90.5	16.1	37.2	39	オオハアサガラ	81 86
丹沢南麓C	雨山山稜1	内	落葉	90.0	19.7	66.0	274	ミスギ	
		外	広葉樹	93.0	23.7		12	イヌシテ	44 98
	雨山山稜2	内	落葉	94.0	9.2		279	ニシキウツギ	
		外	広葉樹	85.0	19.4		-		191 96
	雨山山稜3	内	ヒノキ	6.6	17.3		29	ミスギ	
		外	人工林	12.6	22.0		19	エゴノキ	36 97
中津川D	大山北尾根1	内	落葉	63.0	26.8		17	ニシキウツギ	
		外	広葉樹	19.9	19.5		15	エゴノキ	8 67
	大山北尾根2	内	落葉	87.0	30.9	19.0	37	ニシキウツギ	
		外	広葉樹	48.5	25.5	9.0	13	エゴノキ	12 100
	大山北尾根3	内	落葉	69.5	24.9		28	イヌシテ	
		外	広葉樹	42.0	22.5		10	エゴノキ	36 75
中津川D	奥水沢1	-	ヒノキ人工林	9.2	20.5		10	エゴノキ	6 21
	奥水沢2	-	スギ・ヒノキ	8.7	14.7			- スギ	14 93
	奥水沢3	-	スギ・ヒノキ	6.9	17.2		17		5 83
清川A	日向屏風澤1	-	スギ人工林	0.4	4.1			-	6 100
	日向屏風澤2	-	スギ人工林	0.1	0.6			-	14 88
	日向屏風澤3	-	スギ人工林	0.4	3.2			-	26 65
宮ヶ瀬湖B	ワシガ沢1	-	スギ人工林	70.0	29.9		90	ミツテカエテ	10 100
	ワシガ沢2	-	スギ人工林	33.5	20.9		39	イヌエンジュ	6 100
	ワシガ沢3	-	スギ人工林	64.0	23.6		30	ヤマグワ	12 75

(8) 課題

継続調査。

(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

- (1) 課題名 2-2. 野生動物と共存できる森林管理技術の開発
Ba. 省力的・効果的モニタリング方法の検討
- (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

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。寄沢ではこれまで継続している糞粒法調査を実施した。本課題は豊産業株式会社に委託して行った。

(6) 研究方法

① カメラ法

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・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。

② 糞粒法

2013 年 12 月に、寄沢の 12 箇所に設定した 1ha 程度の調査区において、林縁から 20m 離れた林内の比較的緩やかな地形に 50～100m ライン上の 5m 間隔に 1m×1m の調査枠を設定した。各調査区に設定する調査枠の数は合計 120 個以上とした。調査対象は、リターを除去後に新旧問わず枠内にあり、形状が完全か半分以上残るすべての糞とした。現地調査で得られたデータを整理し、密度推定プログラムの「FUNRYU Pa」を用いて生息密度を算出した。

(7) 結果の概要

① カメラ法

出現頻度が高くなる時期は地点により異なり、丹沢山では 6～7 月と 11～12 月の二山型、寄沢と鷲ヶ沢では 11～12 月の一山型の傾向が強かった（図 1）。

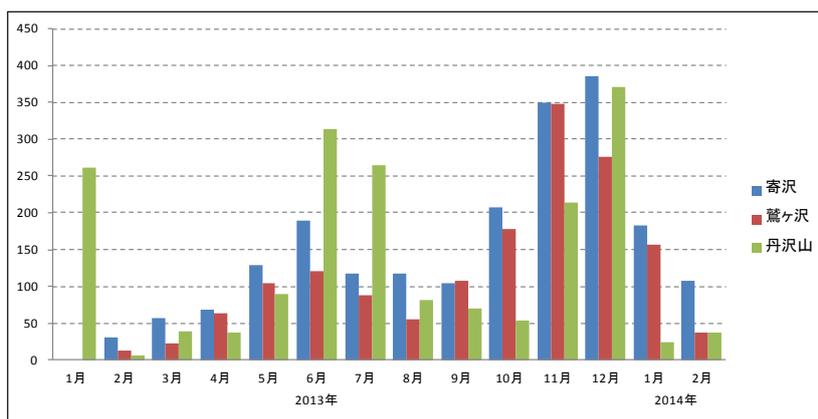


図1. センサーカメラによるニホンジカ出現頻度の月別合計

② 糞粒法

糞粒法で推定された生息密度は、寄沢右岸に位置する No. 8 で 135 頭/km²と極めて高密度であり、水源林全域ではおよそ 30~50 頭/km²の高密度の状態ではほぼ横ばいで推移していた (図2)。秦野峠では平成 23~25 年の 3 年間は 10 頭/km²前後で推移している。

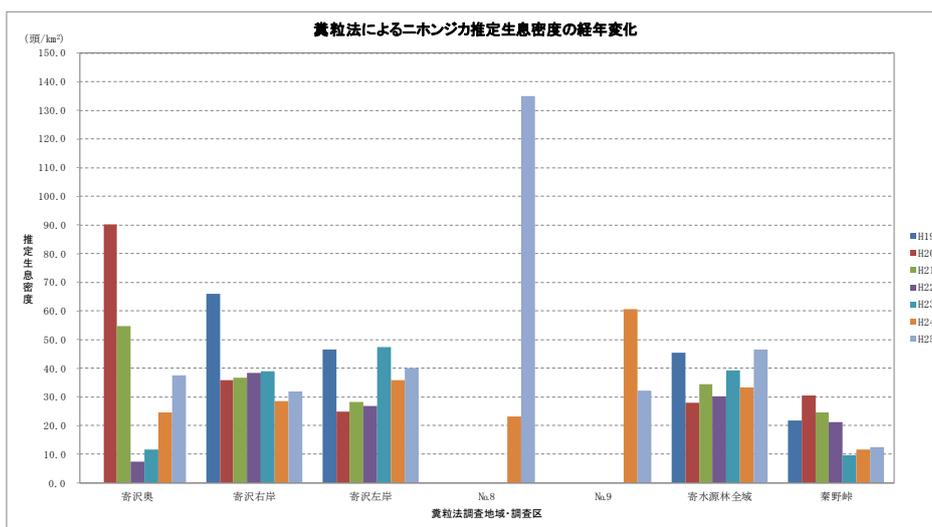


図2. 糞粒法により算出された寄のニホンジカ密度の経年変化

(8) 今後の課題

カメラ法は時期ごとの出現頻度を記録することに適しており、同一地点で年間を通して調査することで出現頻度の季節変化を把握することができると考えられる。今後、森林管理と一体となったシカ管理を実践するためには、高標高や水源林での長期モニタリングによる地域ごとの季節変化の違いを引き続き把握する必要がある。

(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

- (1) 課題名 2-2. 野生動物と共存できる森林管理技術の開発
Bb. 植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発
- (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・永田幸志

(5) 目的

丹沢山地の高標高においてシカ過密化を早期に解消するには、現行の組猟によるシカ捕獲に加えて急峻でアクセスの悪い山岳地の過密化地区における効率的なシカ捕獲技術開発が求められている。そこで、現地に多数設置された植生保護柵を囲いわなとして利用（図 1）したシカ捕獲試験を実施した。

(6) 研究方法

捕獲試験は 2013 年 4 月 25～26 日および 12 月 3～5 日に、丹沢山山頂で植生保護柵を加工した囲いわなで実施した（写真 1）。誘引餌としてヘイキューブを撒いておき、シカが囲いわな内に誘引された場合は、モニターでわな内への侵入を確認後に遠隔操作でゲートを閉鎖した。ゲート閉鎖後は速やかにゲートにポケットネットを設置し、わな内のシカの追い込み・捕定を試みた。

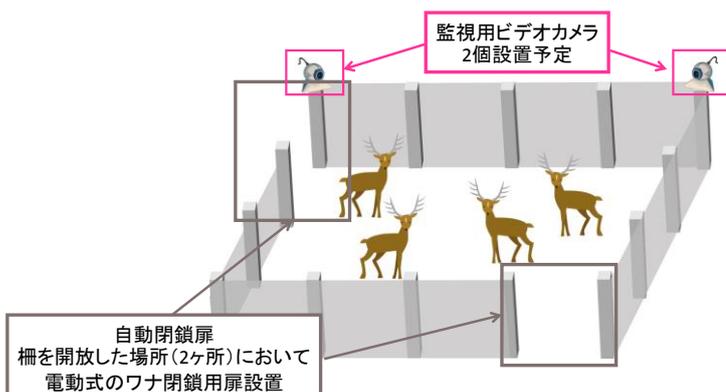


図 1. 囲いわな利用のイメージ



写真 1. 囲いわなの自動閉鎖扉

(7) 結果の概要

2013 年 4 月の試験では、4 月 25 日 18 時頃に 3 頭が誘引された（図 2）。わな内への侵入を確認後、遠隔操作によりゲートを閉鎖し、ポケットネットの設置を行った。わな内のシカは柵を飛び越えようとする行動をとるが、閉鎖したゲートから積極的に逃げようとする行動は観察されなかった。結果的に 3 頭のうち 1 頭には逃げられたが 2 頭を捕獲（写真 2）、うち 1 頭は簡易電殺器による止めさしを実施した。ゲート閉鎖後に確実に捕定する方法が課題として挙げられた。

2013 年 12 月の試験では、二晩待機したが誘引されなかった。試験 1 週間前に撒いたヘイキューブは完食されていたこと、試験 2 日目と 3 日目には近くで 5 頭程度の群れが観察されたことから、これらのシカを捕獲実施時に確実に誘引する餌まきスケジュールの作成が課題として挙げられた。

(8) 成果の発表

なし



図2. シカの誘引状況



写真2. 捕獲したシカ

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 2-2. 野生動物と共存できる森林管理技術の開発
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累積利用圧と植生、モデル地区内現存量を 3～5 年間隔で追跡調査している。2013 年度（平成 25 年度）は 11 地点で植生を追跡調査した。本調査は(株)建設技術研究所に委託して行った。

(6) 研究方法

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 55 箇所の調査地を設定した（図 1）。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 のコナートが 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 3～5 年おきに調査している。2013 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。

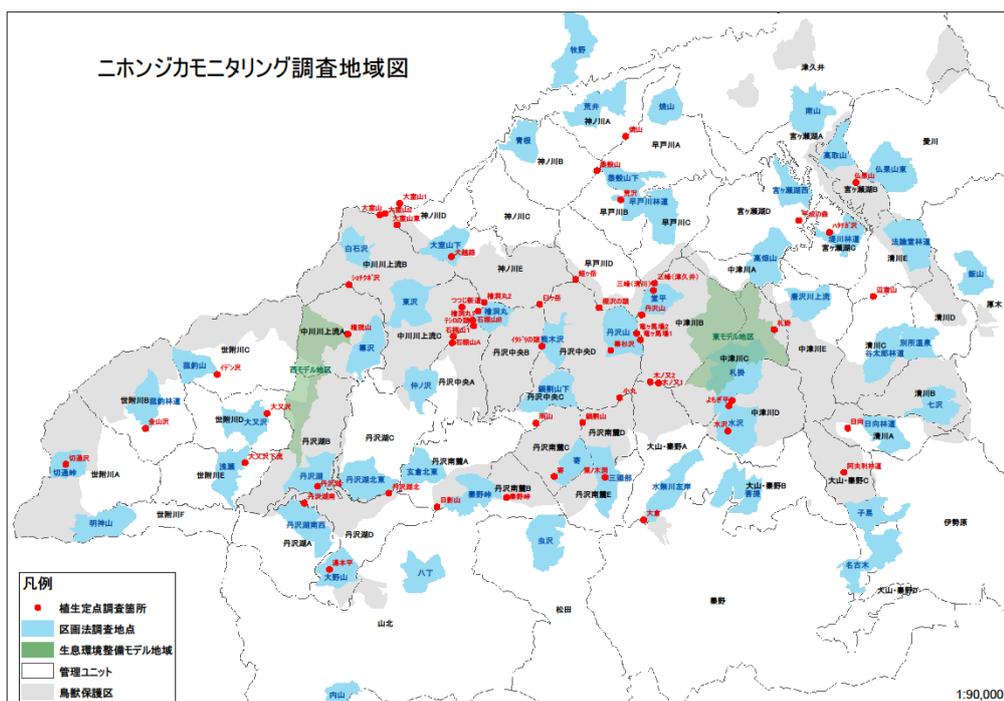


図 1 植生定点点調査地（丸印）

また、センサーカメラを本年度から新たに設置して、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～冬期の6ヶ月間とした。

(7) 結果の概要

11地点で追跡調査したところ、そのうちの6地点で柵が破損していた。残り5地点の柵内外の比較から、植被率は柵内で高く、出現種数、ササ稈長、更新木の最大高ともに柵内で上回る傾向があった。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。2時点の変化をみてみると、柵外で顕著に植生が回復したと判断される地点はなかった。11地点のうち4地点で柵が破損していたため、その4地点の柵内ではいずれかの指標が悪化した。

表1 2013年度の結果概要

管理ユニット	調査地名	柵内外	植被率 (%)	出現種数 (n/4m ²)	ササ稈長 (cm)	更新木最大高(cm)	樹種	シカ撮影数 個体数 比率(%)
世附川B	金山沢	内	55.0	10.1	174.5	71	ハルニレ	178 84
		外	1.0	3.9	-	-	-	
世附川E	大又沢下流	内	36.5	27.1	128.4	23	オオモミジ	445 89
		外	1.6	12.1	15.0	-	-	
中川川上流C	つつじ新道	内	36.0	18.2	148.5	14	イヌシテ	19 79
		外	18.0	13.8	89.8	14	オオモミジ	
丹沢中央C	雨山2	内	80.0	34.2	58.5	126	マメザクラ	123 66
		外	41.5	28.1	8.0	10	イヌシテ	
丹沢中央D	箒杉沢	内	70.5	27.0	-	15	エゴノキ	252 90
		外	45.0	32.5	-	10	ケヤキ	
丹沢南麓B	秦野峠	内	63.0	44.4	30.9	69	エゴノキ	126 67
		外	13.0	39.3	14.3	15	アカシテ	
丹沢南麓E	栗ノ木洞	内	71.0	29.3	21.5	21	イヌシテ	194 80
		外	39.5	26.6	12.2	15	エゴノキ	
中津川C	蛭ヶ岳	内	61.0	20.6	-	167	ウラジロモミ	15 63
		外	38.0	23.3	-	151	ウラジロモミ	
中津川C	札掛	内	46.5	20.6	-	21	ウミスズクラ	44 71
		外	4.8	14.0	-	10	カヤ	
清川E	辺室山	内	2.3	8.2	-	-	-	327 61
		外	1.0	2.9	-	-	-	
宮ヶ瀬湖D	平成の森	内	3.1	7.6	-	-	-	103 74
		外	5.2	15.1	-	-	-	

(8) 課題

種組成データの解析ととりまとめ。
植生保護柵の維持管理と補修。

(9) 成果の発表

例年5～6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 矢落沢検定林（関・神・10号）

調査地：箱根町宮城野

調査林分：スギ30年生（クローン増殖） 1ha

植栽形式：ランダム植栽（混植）

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135本 783枚設置）

②着花促進（ジベレリン処理）

スギ：0.5ha（Aブロック）、

ヒノキ：0.5ha（1・3ブロック他花粉対策132本）

③種子生産（球果採取、種子乾燥、種子精選）

スギ：0.5ha（Bブロック）、ヒノキ：0.5ha（1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2.9kg（全量少花粉）、ヒノキ種子は、花粉の少ないヒノキ種子14.1kgを採取した。その発芽率は、花粉の少ないスギ種子53.8%、花粉の少ないヒノキ種子53.9%であった。不作年であった昨年を生産量、発芽率ともに大幅に増加した。

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13.1kg（うち少花粉4.4kg）を採取した。その発芽率は35.0%（少花粉35.6%）であった。

(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。

4 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 5.0m ³ （交配スギ、花粉対策等）、ヒノキ 60g 抵抗性マツ 30g、モミ（発芽試験） 2.6m ³ 、ミズナラ 1,083g
床替え	スギ 285 本、ヒノキ 560 本、 モミ（宮ヶ瀬） 170 本、ブナ 169 本、ケヤキ 652 本 シオジ（堂平） 84 本 カツラ（堂平） 98 本 ミズナラ 100 本 クロマツ 234 本 アカマツ 145 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） 1000本 ヒノキ（花粉対策、精英樹等） 570本	ヒノキ（花粉対策） 90本 クロマツ（抵抗性） 14本 モミ（大山） 4本
広葉樹	なし	シオジ（堂平） 4本

(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）の育苗を実施した。

5 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 1.96ha 内の除草、下草刈、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。

また、田原苗畑において下刈り作業を実施した。なお田原地区は、用途廃止を行い普通財産へ転換した。これにより事業地面積は 1.57ha（七沢地区のみ、内山採種園・検定林等除く）となった。

6 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 104 本の植栽を実施した。

3-2 水源林広葉樹苗木育成事業（広葉樹母樹の選抜）

齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

（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ブナ等の広葉樹種子の生産を行った。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kg）

- ・堂平（清川村宮ヶ瀬）
 - ブナ 1.5kg
 - シオジ 1.0kg
 - イヌシデ 3.0kg
 - キハダ 3.0kg（未精選）
- ・中川（山北町中川）
 - ミズナラ 1.0kg
- ・宮ヶ瀬（清川村宮ヶ瀬）
 - モミ 1.2kg
 - コナラ 1.5kg
- ・七沢
 - モミ 1.2kg（所内採種園）
 - コナラ 18.1kg

また箱根地区の種子採取の現地指導を実施した。さらに苗木生産のため配布要望のあったケヤキ、ブナ、カツラ、シオジの4種2.2kgを神奈川県山林種苗協同組合へ配布した。

3-3 林業技術現地適応化事業（無花粉スギの現地適応化試験）

齋藤央嗣・毛利敏夫・久保典子

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応化のため、現地適応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 2014年春山だし苗の無花粉検定結果

苗の種類	生産者A 人工交配 期待値1/2	生産者A 人工交配 期待値1/4	生産者B 閉鎖系採種 園産種子	生産者C 閉鎖系採種 園産種子	生産者C 人工交配 期待値1/4	合計
本数	423	3,310	619	521	2,441	7,314
正常個体	220	2,986	415	400	1,973	5,994
雄性不稔 (無花粉)	203	307	119	111	298	1,038
出現率	48.0%	9.3%	22.3%	21.7%	13.1%	14.8%
期待値	50.0%	25.0%	50.0%	50.0%	25.0%	50.0%
無着花	0	17	85	10	170	282

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。この結果、前年の据え置き苗を含まない平成25年度の無花粉スギ検定本数は、1,068本となり、初めて千本を上回った。

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	齋藤央嗣	少花粉スギ人工交配	埼玉県農林総合研究センター	2013.2~2013.11
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉スギ現地適用化試験	森林再生課 山林種苗協同組合	2013.4~2014.3
主任研究員	齋藤央嗣	シャトル箒スギ配布	山北町	2013.4
主任研究員	齋藤央嗣	放射性物質検査	森林再生課	2013.5
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉スギ現地視察	神奈川工科大学	2013.6
主任研究員	齋藤央嗣	丹沢ヒメコマツ現地調査	宇都宮大学	2013.7
主任研究員	齋藤央嗣	得苗調査指導	森林再生課(3日)	2013.11
主任研究員	齋藤央嗣	トネリコ属種子配布	森林総合研究所林木育種センター	2014.1
主任研究員	齋藤央嗣	抵抗性クロマツ種子配布	岩手県農林水産部森林整備課	2014.2
主任研究員	齋藤央嗣	コナラ種子の配布	神奈川森林インストラクター会	2014.2
主任研究員	田村 淳	大規模エンクロージャによる集水域管理	京都大学 高柳 敦	2013.5
主任研究員	田村 淳	丹沢ブナ林の新緑	水源環境保全課	2013.5
主任研究員	田村 淳	溪畔林の整備	保全C県有林経営課	2013.5
主任研究員	田村 淳	林道における希少種保全のあり方	森林再生課	2013.5
主任研究員	田村 淳	水源林の針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.6
主任研究員	田村 淳	水源林のモニタリング	千葉大学大学院園芸学研究科	2013.6
主任研究員	田村 淳	溪畔林の機能の配慮事項	保全C自然再生企画課	2013.6
主任研究員	田村 淳	水源林整備担当者研修—針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.7
主任研究員	田村 淳	クマの生息環境管理	保全C野生生物課	2013.7
主任研究員	田村 淳	丹沢の自然再生	(独) 森林総合研究所	2013.9
主任研究員	田村 淳	溪畔林整備の事前モニタリング	保全C県有林経営課	2013.9
主任研究員	田村 淳	水源林整備の現地研修地の視察	保全C水源の森林推進課	2013.11
主任研究員	田村 淳	森の健康診断	保全C自然保護課(あしがら)	2013.11
主任研究員	田村 淳	生物多様性神奈川地域戦略の方向性	自然環境保全課	2013.11
主任研究員	田村 淳	丹沢のシカ保護管理事業	環境省	2013.12
主任研究員	田村 淳	水源林整備の現地研修	保全C水源の森林推進課	2013.12
主任研究員	田村 淳	北丹沢の希少植物	県央地域県政総合センター	2013.12
主任研究員	田村 淳	溪畔林のモニタリングに係る支障木の取り扱い	保全C県有林経営課	2014.2
主任研究員	田村 淳	水源林における間伐木の3D計測	統計数理研究所	2014.1

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
臨時技師	谷脇 徹	神奈川県丹沢山系におけるシカ被害に関する自然再生事業地の視察について	森林総合研究所	2013.9
特別研究員	指村奈穂子	大規模エンクロージャによる集水域管理	京都大学 高柳 敦	2013.5
特別研究員	指村奈穂子	水源林の針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.6
特別研究員	指村奈穂子	溪畔林の機能の配慮事項	保全C自然再生企画課	2013.6
特別研究員	指村奈穂子	水源林整備担当者研修—針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.7
特別研究員	指村奈穂子	水源林整備の現地研修地の視察	保全C水源の森林推進課	2013.11
特別研究員	指村奈穂子	科学技術フェア	横浜新都市ホール	2013.11
特別研究員	指村奈穂子	水源林整備の現地研修	保全C水源の森林推進課	2013.12
特別研究員	指村奈穂子	溪畔林のモニタリングに係る支障木の取り扱い	保全C県有林経営課	2014.2
特別研究員	成瀬真理生	大規模エンクロージャによる集水域管理	京都大学 高柳 敦	2013.5
特別研究員	成瀬真理生	水源林の針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.6
特別研究員	成瀬真理生	溪畔林の機能の配慮事項	保全C自然再生企画課	2013.6
特別研究員	成瀬真理生	水源林整備担当者研修—針広混交林化	保全C水源の森林推進課	2013.7
特別研究員	成瀬真理生	所長現地視察（小仏方面）	小仏	2013.8
特別研究員	成瀬真理生	水源林整備の現地研修地の視察	保全C水源の森林推進課	2013.11
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	2013.11
特別研究員	成瀬真理生	自然再生研修	保全C自然再生企画課	2013.11
特別研究員	成瀬真理生	溪畔林のモニタリングに係る支障木の取り扱い	保全C県有林経営課	2014.2

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	林業普及員研修研修 無花粉スギの生産技術とさし木	森林再生課	2013.4
主任研究員	齋藤 央嗣	神奈川県における花粉症対策	神奈川工科大学	2013.8
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	2013.11
主任研究員	齋藤 央嗣	神奈川県における2013年秋のスギ雄花着花状況	NPO花粉情報協会	2013.12
主任研究員	齋藤 央嗣	林業普及員研修研修 無花粉スギの生産技術	森林再生課	2014.1
主任研究員	齋藤 央嗣	花粉症対策スギ・ヒノキの取組について	神奈川県森林協会	2014.2
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	2013.4
主任研究員	田村 淳	地域水源林担当者会議	水源環境保全課	2013.5
主任研究員	田村 淳	神奈川県森林整備基本研修「生物の多様性について」	森林再生課 かながわ森林塾	2013.6
主任研究員	田村 淳	丹沢ブナ林の特徴と衰退の現状、再生の行方	保全C 自然保護課	2013.6
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	2013.7
主任研究員	田村 淳	丹沢フォーラム「丹沢自然再生への取り組み」	NPO丹沢自然保護協会	2013.11
主任研究員	田村 淳	丹沢大山の自然再生	森林再生課 かながわ森林塾	2013.12
主任研究員	田村 淳	丹沢ブナ林の現状と再生の取り組み	西丹沢の自然にふれあう会	2014.1
臨時技師	谷脇 徹	神奈川森林塾「森林の病害虫」	森林再生課	2013.7
臨時技師	谷脇 徹	丹沢ブナ林の特徴と衰退の現状、再生の行方	保全C 自然保護課	2013.6

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	神奈川県水源環境保全課	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	神奈川県水源環境保全課	3
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	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
研究連携課長	山中 慶久	地球環境未来都市研究会神奈川地域部会	神奈川県科学技術・大学連携課	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(千葉県)	1
主任研究員	齋藤 央嗣	第26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	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	第12次県営林経営計画プロジェクト	自然環境保全センター県有林経営課	1
主任研究員	田村 淳	溪畔林整備事業現地検討会	自然環境保全センター県有林経営課	1
主任研究員	田村 淳	水源林整備部会	自然環境保全センター水源の森林推進課	1
主任研究員	田村 淳	森林基盤整備協議会	森林再生課	1
主任研究員	田村 淳	森林土木技術検討会	森林再生課	1
主任研究員	田村 淳	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	3
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	3
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	山梨県	1

4-4 発表・報告

氏名	題名	誌名	年月
山中慶久	森のニュース 研究最前線「水源環境保全・再生施策の総合評価に向けた取組み」	緑の斜面57号、神奈川県森林協会	2013.12
齋藤央嗣	丹沢大山の 대기・気象モニタリング	神奈川の森林林業389	2013.8
齋藤央嗣	スギ・ヒノキ雄花鱗片の気孔	日本花粉学会54回大会(口頭発表)	2013.8
齋藤央嗣	ヒノキ不稔個体の探索	森林遺伝育種学会第2回大会(ポスター発表)	2013.11
市村よし子・小澤創・坪村美代子・渡辺敦史・齋藤央嗣	少花粉スギミニチュア採種園におけるSMP(Supplemental Mass Pollination)の効果	森林遺伝育種学会第2回大会(ポスター発表)	2013.11
小澤創・坪村美代子・渡辺敦・齋藤央嗣	ヒノキのさし木の発根率・発根量に与える挿し床・光環境の影響	森林遺伝育種学会第2回大会(ポスター発表)	2013.11
齋藤央嗣	無花粉ヒノキの発見	都道府県展望(平成26年2月号)	2014.2
齋藤央嗣・渡辺敦史	林木育種による花粉症対策—その成果と検証—	森林遺伝育種3、82-83	2014.3
齋藤央嗣	雌性不稔スギ閉鎖系採種園における雌性不稔発現率の改善	日本森林学会第115回大会(口頭発表)	2014.3
齋藤秀之・神村章子・瀬々潤・齋藤央嗣・谷脇徹・清水(稲継)理恵・清水健太郎	ゲノム網羅的な発現遺伝子によるブナ葉の環境影響評価—丹沢ブナ林の事例から—	日本森林学会第115回大会(ポスター発表)	2014.3
上田正文・城向光弥・水野沙保里・河合貴則・谷脇徹・齋藤央嗣・越地正・相原啓次	西丹沢澗丸に生育するブナの木部水分通道特性—奈良県大台ヶ原に生育するブナとの比較から—	日本森林学会第115回大会(ポスター発表)	2014.3
Koike S, Nakashita R, Naganawa K, Koyama M, Tamura A	Changes in diet of a small, isolated bear population over time	Journal of Mammalogy94(2):361-368.	2012.3
田村 淳	神奈川県丹沢山地におけるシカ問題の歴史と森林保全対策	水利科学57(4):52-66.	2013.10
田村 淳	水源林での森林施業とシカ管理の一体的取り組み	全国林業試験研究機関協議会誌47	2013
田村 淳	自然林—神奈川県丹沢山地を事例に—	『自然再生の手引き』日本緑化センター	2013.10
指村奈穂子・成瀬真理生・田村 淳	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学術講演集	2014.3
成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳	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鳥類群集に及ぼす影響について	第125回日本森林学会大会学術講演集	2014.3
平岡 真合乃・五味 高志・内山 佳美	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	2013.5
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)	2013.9
内山佳美	シカが増えると水はどうなる?	国際生物多様性の日記念シンポジウム「森の生きものと水とのつながり」	2013.5
平岡真合乃・五味高志・小田智基・宮田秀介・内山佳美	丹沢山地大洞沢試験流域における土砂生産と流出:斜面プロットと沈砂池の観測結果	平成25年度砂防学会研究発表会概要集B-26	2013.5
飯野貴美子・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳美	丹沢堂平地区におけるプロットスケールでのリター流出量と土壌侵食量	平成25年度砂防学会研究発表会概要集A-66	2013.5
海虎・石川芳治・白木克繁・若原妙子・半力格図・内山佳美	丹沢堂平地区でのブナ林斜面における地表流の流出機構	平成25年度砂防学会研究発表会概要集A-68	2013.5
若原妙子・小泉 暁・石川芳治・白木克繁・内山佳美	東丹沢堂平地区のブナ林における放射性同位体を用いた土壌侵食量の推定	平成25年度砂防学会研究発表会概要集A-228	2013.5
孟春梅・石川芳治・若原妙子・白木克繁・内山佳美	丹沢堂平地区でのブナ林における樹冠通過雨量	第3回関東森林学会大会	2013.10
安格拉・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳美	シカの採食による林床植生衰退における土壌侵食対策工による林床植生被覆率の回復	第3回関東森林学会大会	2013.10
アニラ・石川芳治・ベリゲト・若原妙子・白木克繁・内山佳美	丹沢堂平地区での林床植生衰退斜面におけるプロットスケールの地漂流流出特性	第3回関東森林学会大会	2013.10
金澤悠花・白木克繁・内山佳美	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	2014.3
若原妙子・石川芳治・白木克繁・内山佳美	丹沢山地における壮齢ブナ林の樹冠通過雨量、樹幹流量および風	第125回日本森林学会大会	2014.3
内山佳美・中嶋伸行・横山尚秀・山中慶久	東丹沢大洞沢における治山事業による水文観測の記録	自然環境保全センター報告12:17-26.	2014.3
横山尚秀・内山佳美・三橋正敏	東丹沢大洞沢の水文地質と流出機構	自然環境保全センター報告12:1-16.	2014.3
谷脇徹・山根正伸・田村淳・相原敬次・越地正・谷晋・伴野英雄・山上明	ブナハバチ雌成虫の発生とブナ展葉の同時性が被食量に及ぼす影響	昆虫(ニューシリーズ)16(4):218-224	2013.10
谷脇 徹	衝突板トラップの色によるブナハバチ成虫の誘引効果の差異	昆虫(ニューシリーズ)16(3):159-165	2013.7
谷脇 徹	粘着トラップを用いたブナハバチ幼虫防除の手法開発	第125回日本森林学会大会学術講演集:P2-198	2014.3
谷脇 徹	丹沢におけるブナハバチの大発生	第20回森林昆虫談話会	2014.3
指村奈穂子・成瀬真理生・田村 淳	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学術講演集	2014.3
成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳	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鳥類群集に及ぼす影響について	第125回日本森林学会大会学術講演集	2014.3
成瀬真理生・指村奈穂子・田村 淳	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鳥類群集に及ぼす影響について	第125回日本森林学会大会学術講演集	2014.3
指村奈穂子・成瀬真理生・田村 淳	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学術講演集	2014.3

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	4,429 千円
〈一般試験研究費〉	1,529
〈特定受託研究費〉	2,900
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	184,670 千円
〈特別会計 森林環境調査費〉	123,000
〈特別会計 丹沢大山保全・再生事業費〉	64,955
〈特別会計 水源林整備事業費〉	13,048
〈水源林整備推進事業費〉	1,641
〈農林水産技術開発推進費〉	326
〈林業普及指導費〉	659
〈治山事業費〉	2,541
合 計	189,828 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

京都府立大学

国立環境研究所

森林総合研究所

森林総合研究所林木育種センター

丹沢ブナ党

東海大学

東京大学

東京農工大学

北海道大学

酪農学園大学

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