

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23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. 44

平成 24 年 6 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23年度試験研究体系図	2
2-2 研究業務の概要	3
2-3 研究業務の各課題	

### (1) 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

#### (1-1) 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発

A. 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発—総括—	10
Aa. ブナ林の大気環境解析	12
Ab. ブナ林の生理生態調査	16
B. ブナ林立地環境モニタリング	
Ba. 土壌侵食モニタリング	18
Bb. ブナハバチ成虫モニタリング	22
Bc. ブナハバチ繭モニタリング	25
Bd. シカによる植生影響モニタリング	28
C. ブナ林再生のための実証的研究	30

#### (1-2) 希少動植物の保全技術の開発

A. 希少動植物の保護増殖技術に関する研究	34
-----------------------	----

#### (1-3) 自然環境の統合的な管理技術の開発

A. 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業	
Aa. 省力的・効果的モニタリング方法の検討	36
Ab. 被害予測手法の検討	38
Ac. 植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発	40
B. 外来植物の管理と在来種による緑化技術の開発	42

### (2) 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

#### (2-1) 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発

A. 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発	
—対照流域法等によるモニタリング調査 総括—	46
Aa. 対照流域法等によるモニタリング調査 観測施設整備・維持管理	50
Ab. 対照流域法等によるモニタリング調査 事前モニタリング（大洞沢）	52
Ac. 対照流域法等によるモニタリング調査 事前モニタリング（貝沢）	56
Ad. 対照流域法等によるモニタリング調査 事前モニタリング （ヌタノ沢、フチヂリ沢）	58
Ae. 対照流域法等によるモニタリング調査 広域水環境調査	62

Af. 対照流域法等によるモニタリング調査 水循環モデル構築	66
Ag. 対照流域法等によるモニタリング調査 水文地質調査	70
B. 水源林の保全と再生技術に関する研究	74
C. ニホンジカの効果的な管理技術の開発	
Ca. 水源林整備ニホンジカ管理モデル調査	78
Cb. 水源林におけるシカ行動特性調査	82

(3) 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

(3-1) スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究

A. 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	86
B. スギ・ヒノキ花粉発生源調査	
—地方の都市部へのスギ花粉の飛散に強く影響している発生源地域の推定—	88
C. スギ・ヒノキ林の花粉削減研究	90

(3-2) 森林資源の利用技術の高度化研究

A. スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の利用技術に関する研究	92
------------------------------	----

### 3 関連業務

3-1 林木育種事業	94
3-2 試験林整備事業	96

### 4 諸活動

4-1 依頼調査と指導	97
4-2 講師派遣	98
4-3 委員会・研究会	99
4-4 発表・報告	100

### 5 予算内訳

5-1 主な研究・事業費の予算内訳	103
-------------------	-----

### 6 共同研究・連携機関

6-1 主な共同研究・連携機関の一覧	104
--------------------	-----



# 1 企画調整業務

平成23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23年8月2日(火)  
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 16機関33名  
協議事項
- ・平成22年度及び平成23年度試験研究課題実施状況について
  - ・平成24年度の要試験研究問題について
  - ・農林水産関係試験研究推進構想(森林等自然環境の部)の改訂について

### 2 平成23年度試験研究課題の調整

平成23年度試験研究課題として関係各機関から提起された要試験研究問題の総数は延べ7件、提案機関数は6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4件、調査指導対応のもの4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24年3月15日	県央合庁 分庁舎4階会議室	水循環モデルと予測解析の実施状況と中間成果について	木平勇吉 堀田紀文 服部俊明
平成24年3月21日	自治会館602会議室	農林水産系試験研究推進構想(森林等自然環境の部)素案について	木平勇吉 中村道也 蓮場良之

### 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23年7月5日	自然環境保全センター レクチャールーム	樹木の水ストレス評価について	上田正文
平成24年1月26日	自然環境保全センター レクチャールーム	西日本のシカ問題と対策—とくに個体数管理について—	濱崎伸一郎
平成24年2月21日	自然環境保全センター レクチャールーム	ブナ林の衰退現象と樹木のストレス評価法について	斎藤秀之

## 2 研究業務

### 2-1 平成23年度試験研究体系図

- 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発
  - 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発 重★
    - ・ブナハバチの生態解明と防除技術の開発（H19～）★
    - ・ブナ林立地環境モニタリング（H18～）★
    - ・ブナ林再生のための実証的研究（H19～）★
  - 希少動植物の保全技術の開発
    - ・希少動植物の保護増殖技術に関する研究（H19～23）★
  - 自然環境の統合的な管理技術の開発 重★
    - ・野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業（H22～24）★22
    - ・外来植物の管理と在来種による緑化技術の開発（H20～23）★
  
- 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発
  - 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発 重
    - ・森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発（H19～）★22
    - ・水源林の保全と再生技術に関する研究（H14～）★
    - ・ニホンジカの効果的な管理技術の開発（H22～23）★22
  
- 持続可能な資源の利用と管理に冠する研究開発
  - スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究 重★
    - ・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(H22～25) ★22
    - ・スギ・ヒノキ花粉発生源調査（H21～25）★
    - ・スギ・ヒノキ林の花粉削減研究（H22～26）
  - 森林資源の利用技術の高度化研究
    - ・スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の利用技術に関する研究（H20～23）★

#### 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（H22～24）

【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

22：平成22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つの研究の方向性を基にプロジェクト研究を中心として研究を推進した。

### ○研究の方向性と研究プロジェクトの概要

#### 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

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。本年度は第二期研究期間（H19-23）の最終年度のため、『神奈川県自然環境保全センター報告』第9号に「丹沢山地のブナ林衰退研究の最前線」の特集を組み、これまでの成果を掲載した。主な内容は、ブナ林の衰退実態調査とブナ林の立地環境調査、ブナの生理・生態調査、ブナの葉食昆虫調査、ブナ林の保全再生事業についてである。「希少動植物の保全技術の開発」においても、これまでの成果をとりまとめて『丹沢の希少植物図鑑』を作成した。

#### 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森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、研究プロジェクト「対照流域法等によるモニタリング調査」、事業支援研究である「水源林の保全と再生技術の開発に関する研究を主に実施した。前者は、かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（H19-23）に基づいて、5年目となる平成23年度は、南足柄市苧野のフチヂリ沢に観測施設を整備したほか、観測施設の整備が済んでいる大洞沢、貝沢、ヌタノ沢において事前モニタリングを実施した。また、対照流域試験における森林操作として大洞沢の流域3に植生保護柵を設置した。後者では、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23年度は13地点において2回目のモニタリング調査を行った。

#### 3 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

かながわ森林再生50年構想の推進にかかる試験研究として、研究プロジェクト「スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究」を中心に実施し、少花粉スギ、ヒノキの実用化にむけた選抜調査・実用化技術の開発などを行った。その他にスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の利用技術開発をすすめた。

### （1）丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

#### （1-1）丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発－総括－

第二期ブナ林衰退解明研究全体計画書（H19-23）に基づいて、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、引き続き、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た。平成23年度は最終年度にあたることから、プロジェクトの成果報告を作成し、自然環境保全センター報告9号に特集号を掲載した。

#### Aa ブナ林の大気環境解析

平成23年度は、これまでの知見を基に、気象と大気汚染モニタリングデータの解析、オゾンと気象の立体分布観測と解析、風洞実験による山岳気流解析、数値モデルを用いた大気汚染立体分布解析を実施した。その結果、丹沢における大気モニタリングデータを他の地上モニタリング地点の情報も活用して総合的に解析評価することが出来た。山岳地域と地上では、特に夜間の濃度レベルや

時刻変化に大きな違いがあることが確認された。犬越路と檜洞丸の比較では、高度による違いが明確となり、山岳地域における観測の重要性が深まった。今後は犬越路と檜洞丸での観測の継続と、モデル計算も活用した更なるデータ解析が課題である。

#### **Ab ブナ林の生理生態調査**

檜洞丸において山岳地に適した測定手法によるブナの水分条件の定量評価を行い、水ストレスの影響について詳細に調査した。水ポテンシャルを測定した結果、標高 1,600m 付近に生育するブナの水ポテンシャルは健全木よりも衰弱木で値が低く、衰弱木において水不足の傾向にあることなどが明らかとなった。また、P-V 曲線、木部のキャビテーション感受性、面積あたり葉乾重 (LMA) を測定した結果、標高 1,600m 地点では 1,200m 地点より水不足に対し葉の細胞が膨圧を消失し原形質分離を起こしやすく、キャビテーションを起こしやすく、厚く小さい葉を持つことで蒸散面積を減少させていることなどが把握された。今回調査した檜洞丸標高 1,600m 付近の尾根部から南東-南西斜面に生育するブナは、健全木あるいは衰弱木に関わらず水不足を生じやすい生育環境条件下にあると考えられた。

#### **Ba 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**

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壤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。同程度の林床合計被覆率の場合、ほとんどの対策工において樹冠通過雨量1mmあたりの土壤侵食量が対策を行っていないプロットよりも少なかった。

また、斜面における土壤侵食と下流の溪流における濁水の発生との関係を検証するために、新たに斜面プロットにおける地表流の濁度の時系列データを取得したところ、流量と濁度の関係のヒステリシスは、斜面プロットと下流に溪流で傾向が一致した。このことから、斜面における土壤侵食が下流の溪流の濁水の発生と関連していると考えられた。

#### **Bb ブナ林立地環境モニタリングーブナハバチ成虫モニタリングー**

ブナハバチによる大規模な食害の発生機構の解明を目的に、檜洞丸、丹沢山、天王寺尾根において、黄色の昆虫誘引器を用いた成虫の発消長調査と、産卵対象となる展開途中の若葉の出現消長調査、および産卵推移調査を実施した。その結果、雌成虫は4月下旬から6月上旬にかけて捕獲された。一方、若葉の出現期間は5月上旬から下旬であり、雌成虫の捕獲期間よりも短かった。このうち若葉の出現ピークは5月中旬から下旬に訪れた。産卵は展開途中の若葉の出現期に行われた。若葉の出現ピーク時の捕獲数はいずれの地点でも小規模な食害が発生した昨年より多くなり、食害規模が増加した。特に檜洞丸では激害となった。成虫発生前の2012年3月にこれら3地点に加え、三国山、菰釣山、大室山にも同様のトラップを設置した。

#### **Bc ブナ林立地環境モニタリングーブナハバチ繭モニタリングー**

繭密度の年次推移と被食量の年次推移との関係解明を目的に、丹沢山、檜洞丸、大室山、菰釣山および三国山において、平成18年からの継続調査である繭密度のモニタリング調査を実施した。被食規模の小さい菰釣山と三国山では繭密度もこれまでの水準と比較して大幅な変動はなかった。一方、被食規模の大きい大室山、檜洞丸および丹沢山では依然として高密度で繭が推移していた。その中でも、丹沢山は多少の増減があるもののほぼ横ばいであるのに対し、大室山と檜洞丸では年経過に伴い繭が増加し、近年は丹沢山より高密度化する傾向があった。平成23年は丹沢山地広域で被食が発生した。このうち大室山と檜洞丸では大規模な被食が発生し、丹沢山ではそれより規模が小さく、三国山と菰釣山では被害は小規模であった。このように繭密度は大発生時の被食規模に反映

される可能性がある。

#### **Bd ブナ林立地環境モニタリング—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、12地点の植生保護柵内外で植生状態を調査した。すべての地点の柵内外で植被率と更新木の樹高に差異があった。植被率や更新木の最大高、不嗜好性種の比率などの前回データとの比較から、管理捕獲地である1地点と捕獲地ではない1地点の柵外において顕著に改善傾向が認められた。この要因として、シカの密度にかかわらずシカの不嗜好性種や採食耐性種が侵入することがあげられるが、詳細については今後の課題である。

#### **C 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。平成18年度事業地（堂平）のブナ植栽木の生存率は5年経過しても90%以上と高かった。ブナ天然更新木の生存率は林縁区で高く、樹高はギャップ区で高かった。この傾向は他の樹種でも同様であった。樹種別ではギャップ区のイヌシデが32cmともっとも高くなっており、次いでギャップ区のアオダモが23cm、ギャップ区のブナが20cmという順で高かった。柵外区ではどの樹種も樹高は10cm未満であった。これらのことから、堂平では柵内の植栽木と天然更新木ともに現時点で順調に生育していると考えられた。

#### **(1-2) 希少動植物の保全技術の開発**

##### **A 希少動植物の保護増殖技術に関する研究**

シカの影響で絶滅が危惧される植物の植生保護柵による回復効果を検討するために、丹沢主稜線の柵設置後1年目の希少植物の生育状況を調査した。柵設置前の調査ではヒカゲミツバ（セリ科）とミヤマアオダモ（モクセイ科）の2種のみを確認であったが、本調査ではこの2種に加えてオオヤマサギソウ（ラン科）を確認した。本調査のほかに、これまでの成果をとりまとめて『丹沢の希少植物図鑑—希少植物の保護に向けて—』を作成した。

#### **(1-3) 自然環境の統合的な管理技術の研究開発**

##### **Aa 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業—省力的・効果的モニタリング方法の検討—**

山岳地における省力的・効果的な密度推定手法開発を目的として、今年度は、効果的・予防的な対策を展開するため、これまで行ってきたモニタリング手法を整理したうえで人工林施業地での総合的なモニタリングデザインを開発するとともに、これらの成果について様々な情報を共有できる枠組みとしてポータルサイトを試作した。その結果、シカの影響のモニタリングは、定点連続撮影カメラによる下層植生被度とリター被度の測定、また植生保護柵内外の植生の変化から食害の影響を評価するコントロールフェンス法が有効と考えられた。シカの利用のモニタリングは、自動撮影カメラを用いると省力的に密度指標や利用状況を評価できると考えられた。試作したポータルサイトは4つのコンテンツ（シカ、シカと森林の関係、事例紹介、Best Practice）で構成した。それぞれのコンテンツには神奈川県における土壌保全対策検討結果等や収集した国内事例や海外事例の翻訳・要約等も取りまとめる予定である。

##### **Ab 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業—被害予測手法の検討—**

丹沢山地のシカ保護管理など各種事業の支援に向け、シカのハザードマップを作成するとともに、各種情報を共有し対策を選択するための意思決定支援システムの開発を試みた。その結果、

東丹沢一体を対象に、シカ影響度指数（DII）と生息環境脆弱性（VI）から評価した被害強度指数（DI）によりハザードマップを試作した。被害強度指数（DI）は檜洞丸や丹沢山など実際にシカ影響が顕著な地域で高い値となり、比較的有用なマップと考えられた。また、試作した意思決定支援システムでは、関連部署からの聴き取りをもとに、GIS ソフトウェア上で利用できる機能を地図表示機能、台帳出力機能、検索機能の3つとした。このシステムは、シカと森林に関連する事業を持つ関係者間で集約された情報を理解・共有し、的確な事業計画や対策の選定に役立つツールであると考えられた。

#### **Ac 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業—植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発—**

山岳地における高密度化したシカを効率的に捕獲する手法開発を目的に、効率的な捕獲に必要なシカの行動パターンを明らかにするため、丹沢山周辺において自動撮影カメラによる出没時間の調査とGPS首輪を装着するテレメトリー法による行動圏調査を実施した。あわせて、植生保護柵を用いた効率的なシカ捕獲技術を検討した。その結果、丹沢山周辺では夜間と日の出・日の入り前後の時間帯に比較的活発に活動することが把握された。また、シカは比較的急斜面の箇所を利用し、それと比べて登山道周辺の利用頻度が低いことが分かった。以上を踏まえ、植生保護柵を改良し、柵内をビデオで遠隔地から監視し、シカが集まってきたところで扉を閉鎖することでシカを囲い込み、捕獲するワナを試作した。開放試験の結果、誘引物（ヘイキューブ）を用いた場合、12月から2月にシカがワナへ容易に誘導されることを確認した。

#### **B 外来植物の管理と在来種による緑化技術の開発**

過去に外来牧草を吹き付けた林道のり面緑化施工地と、種子配合を変えた4タイプの試験施工地で植生状態を調べた。既設施工地において、種子吹付工と特殊モルタル吹付工では3年程度で吹付種の優占度が30%程度に低下することがわかった。一方で法枠工では吹付種の優占度は3年経過しても70%を越えていた。群落高については種子吹付工と特殊モルタル吹付工では5年で1.5～2m程度に達していた。試験施工地では、施工後1年目の植被率は種子なし区と他の3タイプの種子配合区との間で有意差は認められなかった。以上の結果と既存資料をもとに、『神奈川県林道のり面緑化指針（案）』を作成した。

### **（2）豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発**

#### **（2-1）森林の水源かん養機能保全に関する研究開発**

##### **A 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発—対照流域法等によるモニタリング調査 総括—**

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、当初5か年で県内の水源エリアの4地域に順次試験地設定しモニタリングを開始する計画となっており、5年目となる平成23年度は、南足柄市荻野のフチヂリ沢に観測施設を整備するとともに、観測施設整備の済んでいる大洞沢、貝沢、ヌタノ沢で事前モニタリングを行った。

プロジェクト全体の推進のために、実務レベルの全体会議を1回、平成24年1月に開催し、平成23年度成果の見込みと平成24年度以降の実施内容について意見交換した。また、分野別の部会については、水・土砂分野の部会を平成23年9月に実施した。

##### **Aa 対照流域法等によるモニタリング調査—観測施設整備・維持管理—**

南足柄市荻野のフチヂリ沢に対照流域法等によるモニタリング試験地を設定するために、気象観測施設1地点、水文観測施設2地点を整備した。また、平成22年度までに観測施設を整備した大洞

沢、貝沢、ヌタノ沢の各対照流域試験地において、施設の改良や維持管理を行った。特に、台風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、ヌタノ沢で各2回、貝沢で1回実施した。

#### Ab 対照流域法等によるモニタリング調査—事前モニタリング（大洞沢）—

平成21年度に観測を開始した大洞沢では、東京大学及び東京農工大学との共同研究により現状の水収支と土砂動態を把握するための調査を行った。大洞沢の平成23年の水収支は、平成22年と傾向は大きく変わらなかった。夏季の土砂生産量は流域3での土砂生産量は、0.8から～4.0 kgとなっていた。流域4では0.9から～1.5 kgであった。特に、台風12、15号を含む965mmの降雨があり、土砂生産量が多くなっていた。生産土砂のうち2mm以下の割合は、流域3では16～38%であり、流域4では14～51%であった。これらを始めとして流域の土砂流出動態の実態を把握することができた。また、平成24年3月に流域3の集水区域を囲う植生保護柵（全延長1223.7m）を設置した。

#### Ac 対照流域法等によるモニタリング調査—事前モニタリング（貝沢）—

平成22年度に観測を開始した貝沢では、東京農工大学との共同研究により現状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。水文観測の結果から、流域1では基底流量成分が流域2、流域3と比べて多いと考えられた。さらに、流域1では濁度の発生回数も多かった。物質循環機構では、流域1、2、3について、林内雨・土壌水・渓流水の各水質のほか、リター供給量、土壌中イオン移動量を調べて物質循環の特性を検討したところ、3つの流域で特に大きな違いは無かったが、リター供給量については流域3で若干多かった。

#### Ad 対照流域法等によるモニタリング調査—事前モニタリング（ヌタノ沢・フチヂリ沢）—

平成22年度までの補完調査として、ヌタノ沢とフチヂリ沢の植生調査を実施した。シカ影響のあるヌタノ沢では、フチヂリ沢と比較して低木層の出現種が少なく、低木層の無いプロットが全12プロット中、半数の6プロットであった。また、ヌタノ沢における水生生物調査では、A沢よりもB沢で確認された種類数が多く、冬季に枯渇することの多いA沢に比べて、B沢の豊富な餌条件や安定した河川環境が影響していることが考えられた。

また、平成23年度から開始したヌタノ沢の気象・水文観測では、ヌタノ沢の降水量がアメダス丹沢湖と同程度であり、月平均気温は、アメダス海老名より2～4℃低いといった結果が得られた。

#### Ae 対照流域法等によるモニタリング調査—広域水環境調査—

流域での対策の影響を把握するため、対策前後の3試験流域での定期的に(毎月、18ヶ所)水質観測を行うと共に、水循環モデルの検証試料とするため、流況が安定している渇水時の水質及び流量について調査した。水質は水温、pH、電気伝導度、陽イオン、陰イオン等である。4流域のイオン濃度を比較すると、大洞沢でCa<sup>2+</sup>が高く、Mg<sup>2+</sup>もやや高い。貝沢はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が高く、Na<sup>+</sup>もやや高い。ヌタノ沢はK<sup>+</sup>の濃度が高い。フチヂリ沢・クラミ沢はSiO<sub>2</sub>が高い。このように、支流、本流共に流域による水質特性が認められる。験流域の水質の年間変化の内から、大洞沢、貝沢、ヌタノ沢について、水源地の窒素飽和と関連するとして注目されているNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の3年間の濃度変化を比較したところ、貝沢のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度には季節変化が認められ、最大5.66mg/L、最小2.49mg/Lで、凡そ4 mg/Lのレベルを上下していた。冬季に濃度が低下し、春から秋にかけて、梅雨時に濃度低下があるものの、高濃度となる。しかし、他の2流域では季節変化は認められないことが分かった。

#### Af 対照流域法等によるモニタリング調査—水循環モデル構築—

水源エリア内の水源域及びダム湖の流域（広流域）と選定された4試験流域（小流域）について、水循環モデルを構築し、シミュレーション解析を行い、流域水循環の現状把握、シカ柵設置や間伐などの森林操作が水循環に及ぼす効果の事前評価を進めている。平成23年度は、ヌタノ沢及びフチジリ・クラミ沢で新たに小流域水循環モデル（基本モデル）を構築し、大洞沢、堂平・ワサビ沢及び貝沢で既存の小流域モデルの検証・改良を行うと共に、大洞沢で森林操作の影響に関するシナリオ解析を行った。現状把握では、大洞沢のNo.4流域及び堂平・ワサビ沢の流量の再現性の検証を行い、両水系共に水文地質上の流域は外側へ広がっている可能性が高いと推定した。シナリオ解析では、平成23年度のNo.3流域のシカ柵設置及び今後予定されている間伐について、操作しないNo.4流域と共に森林操作後、林床植生の成長・回復過程及び森林操作前までの回復時における影響を予測し、皆・間伐による遮断量の減少、シカ柵を含め、林床植生回復に伴う蒸発散量の増加などの影響が算定でき、皆伐や手を入れず放置した場合の流量低下が顕著で、シカ柵や間伐の施業効果は、No.3の方が顕著であると予測された。

#### Ag 対照流域法等によるモニタリング調査—水文地質調査—

試験流域の事前モニタリングにより、流域の流量などの流域特性が明らかになり、精度よい水循環モデル構築のため、流域の保水性などの水文地質に関する情報を収集する必要性が生じた。このため、各試験流域で深度50mのボーリング調査として、コア採取により地質と風化状況を調査し、さらに孔井の物理試験により地層の透水性などの水理状況の把握を行うと共に、補足的に現地踏査を行った。大洞沢では、丹沢層群の地層の風化帯状況、地下水が流れる透水性のよい亀裂部の位置など地すべり地形としての地下構造の情報を得た。貝沢では亀裂があるものの、全般に不透水性の硬い頁岩で構成されていることが分かった。ヌタノ沢では石英閃緑岩の風化が深部まで及び、透水性のよい亀裂も所々に認められた。フチジリ沢では、亀裂が少なく、透水性の良くない火砕流堆積物が孔底まで続いていた。この層が不透水層の役割を果たし、河川表流水の地下浸透を抑制していると考えられた。これらの調査結果を小流域モデルに反映させる予定である。なお、これらの調査孔は水位観測井戸として仕上げられ、水位観測が行われている。

### B 水源林の保全と再生技術の開発に関する研究

水源林整備事業の効果検証と整備手法の検討のために、林況植生モニタリングと広葉樹林の林分構造調査、センサーカメラによる動物の利用状況調査、群状間伐による針広混交林化調査を実施した。林況植生モニタリングでは、丹沢の調査地では林床植被率が低いのに対し、丹沢以外では林相によらず高い傾向があった。広葉樹林の林分構造調査からは、丹沢以外では直径分布がL型の地点でも林床植被率が30%以上あるのに対し、丹沢では直径分布によらず林床植被率は10%未満であった。いずれもシカがもっとも多く撮影された。センサーカメラの調査からは、いずれの箇所でもシカが優占種であることがわかった。これらのことから、丹沢では施業前からシカの影響を受けて林床植被率が低くなっていたと考えられた。針広混交林化調査では、植生保護柵内で更新木の密度と樹高ともに高いのに対し、柵外では低かった。柵内ではカラスザンショウなどの先駆樹種が多いため、当面はこれらの樹種が群状伐採地を優占する可能性が高いと考えられた。

#### Ca ニホンジカの効果的な管理技術の開発—水源林ニホンジカ管理モデル開発—

水源林整備地でのシカ管理技術開発の一環として、シカの生息密度推定に向けて糞粒法とカメラトラップ法、及びシカの行動特性調査を行った。いずれの推定方法でも平成22年度まで密度は有意に低下したが、平成23年度は増加した。行動特性については、大小の季節移動が見られる個体や、定住型を示す個体など多くのタイプが確認された。



## Cb ニホンジカの効果的な管理技術の開発—水源林におけるシカ行動特性調査—

水源林整備地における森林整備とシカ管理の一体的な取組みに向けて、宮ヶ瀬湖岸の水源林に生息するシカ 8 頭に GPS 首輪を装着して行動特性を調査した。捕獲地点に留まる個体や宮ヶ瀬湖を渡り行動圏を広げる個体、捕獲地点を中心に広く山地を利用する個体などの移動・定住タイプがみられた。シカの行動パターンと施業や捕獲圧との関係の解析が課題である。

### (3) 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

#### (3-1) スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究

##### A 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。不稔ヘテロ苗のヘテロ性を明らかにするため、父親実生苗による無花粉スギ検定の結果、257×丹沢8など全く無花粉が出なかったものが2家系、1本のみのものが3家系認められた。これらの家系を閉鎖系採種園から除外した。また閉鎖系無花粉スギ採種園は、昨年同様予想以上に花粉の飛散量が少なくなったが、扇風機等の増強を行った結果、結果的に良好な交配が見られ運用の改善により効果が期待できる可能性がある。

##### B スギヒノキ花粉発生源調査

翌春の花粉飛散量を予測するため、11月中旬に県内の定点スギ林において雄花着花量を調査した結果、30林分の平均着花点数は20.7点となり、昨年の75.3点より大幅に低下した。このため平成9年からの14年間の平均値と比較しても少なく、12月中旬に「平成24年春の花粉飛散量は少ない」とした記者発表を行った。

またヒノキについて同様の目視調査の手法開発を実施するため、林縁木と採種園の採種木の目視調査とトラップ調査を実施した。平成24年春はヒノキも雄花着花量が少なかった。

##### C スギ・ヒノキ林の花粉削減研究

花粉発生に関する基礎的な資料を収集するため、花粉飛散量等の調査を実施した。所内スギ林の平成24年春の総花粉飛散数は8,107個/cm<sup>2</sup>、ヒノキも525個/cm<sup>2</sup>となり、いずれも過去最高であった前年から大幅に低下した。なお、これらの具体的な数字は当センター研究連携課のホームページで公開した。また着花状況の動向の把握と花粉症対策品種の選抜の基礎資料とするため、21世紀の森採種園などの着花調査を実施しており、5段階の指数による調査では、平成24年春は、ヒノキでは昨年に引き続き豊作年であった。

#### (3-2) 森林資源の利用技術の高度化研究

##### A スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の利用技術に関する研究

穿孔性害虫被害材の土木資材への利用促進を図ることを目的に、丸太杭の各種耐久性試験を実施している。これまでに野外で0、1、3年暴露した被害材について産業技術センター工芸技術所との共同研究により実大強度試験を行った。これらの試験結果は、産業技術センターによりとりまとめられている。引き続き5、10年区の野外暴露試験を継続している。

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発—総括—  
(2) 研究期間 平成 19～23 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 山根正伸・谷脇 徹・相原敬次・越地 正

### (5) 目的

平成 19 年度から開始した丹沢大山保全・再生計画では、特定課題のひとつとして奥山域において衰退の進むブナ林の再生が掲げられている。これまでの取り組みにより、1990 年代以降のブナ林の衰退原因はオゾン、水ストレス、ブナハバチの複合影響であると整理されている。しかし、いずれの要素も立地環境と作用機構との関係に不明な点が多い。本研究では、衰退の進むブナ林の保全と再生に主眼を置き、各種要素のモニタリングと結果の解析による衰退機構の解明に取り組むとともに、それらを踏まえた再生技術の開発を行う。

### (6) 研究方法

本研究では、ブナ林衰退解明研究全体計画書（H19-24）に基づいて、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る。

これらの取り組みは多岐にわたるため、各分野の専門家を擁する外部機関との連携によるプロジェクト形式で取り組む。

#### 研究体制

大学：愛媛大学、東海大学、酪農学園大学、京都府立大学

国機関：国立環境研究所

神奈川県：環境科学センター、農業技術センター、自然環境保全センター

プロジェクト推進のため年 1 回の推進会議を開催する。また、平成 23 年度はプロジェクト最終年度にあたることから、研究成果を取りまとめ、自然環境保全センター 9 号にブナ特集号として報告する。

### (7) 結果の概要

#### ①プロジェクト推進会議

日時 平成 23 年 6 月 15 日（水）13:30～16:00

場所 自然環境保全センターレクチャールーム

議題 今年度の実施計画について

## 第二期プロジェクトの報告書について

内容 各課題の昨年度の実績報告と今年度の計画発表およびディスカッション  
報告書の構成および執筆分担の協議

### ②自然環境保全センター報告 9号

#### 特集 丹沢山地のブナ林衰退研究の最前線

目 次	
発行にあたって	
特集 丹沢山地のブナ林衰退研究の最前線	
ブナ林の衰退実態調査	
丹沢山地におけるブナ林衰退の現状 (総説) .....	1
越地 正・相原敬次・山根正伸・田村 淳・谷脇 徹	
丹沢山地におけるブナ衰退の時空間的特性 (原著論文) .....	13
山根正伸・鈴木 透	
神奈川県丹沢産ブナ苗に与えるオゾン暴露と水欠乏の複合影響の実験的解析 (原著論文) .....	23
伊藤祥子・後川裕史・相原敬次・清水英幸	
ブナ林の立地環境調査 (大気・気象)	
神奈川県丹沢地域の気象環境 (調査・研究報告) .....	33
斎藤正志・若松伸司・岡崎友紀代・國元浩平・松隈大亮・ 下村佳史・相原敬次・山根正伸	
ブナ林衰退地域における結合植生モニタリング手法の開発 (調査・研究報告) .....	45
武田麻由子・小松宏昭	
フラックス補観型パッシブサンブローを用いた 丹沢山におけるオゾン移流フラックスの評価 (調査・研究報告) .....	53
武田麻由子・小松宏昭・飯田信行	
ブナの生理・生態調査 (水ストレス)	
丹沢山地におけるブナの樹液流計測による鳥数と環境要因に関する検討 (原著論文) .....	61
相原敬次・越地 正・谷脇 徹・山根正伸・武田麻由子・田淵尚一・清水英幸	
短時間のオゾン (O <sub>3</sub> ) 暴露がブナ苗の転流パターン および生理活性に及ぼす影響調査 (原著論文) .....	73
岡 達哉	
ブナの葉食昆虫調査 (ブナハバチ)	
丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み (総説) .....	81
谷脇 徹・山根正伸・田村 淳・相原敬次・越地 正	
丹沢山地におけるブナハバチ幼虫のブナ葉への食害状況の 経年変化 (2008-2011) (調査・研究報告) .....	91
谷 晋・伴野英雄・山上 明	
檜栲丸におけるブナハバチの大発生によるブナの衰弱枯死 (調査・研究報告) .....	95
越地 正・谷脇 徹・相原敬次・山根正伸	
ブナハバチ越冬の越冬期における休眠期間 (調査・研究報告) .....	105
谷 晋・山上 明・伴野英雄	
ブナハバチ捕食寄生種の種構成と形態的特徴	
一丹沢山天王寺尾根における3年間の調査事例一 (資料) .....	111
谷脇 徹・渡辺恭平	
ブナ林の保全再生事業	
丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況 一再生事業地における3年後の調査から一 (原著論文) .....	119
田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉	
速 報	
2011年度丹沢大山の水場の水質調査結果 .....	127
大本伸一・丹沢大山ボランティアネットワーク	
資 料	
神奈川県自然環境保全センターに搬送された傷病鳥獣の記録 (2010年度) .....	131
加藤千晴	

### 掲載ホームページ

自然環境保全センター研究企画部

<http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/index.asp>

### (8) 課題

以上のように、プロジェクトの最終年度にあたり報告を取りまとめ、当センター報告に特集号として掲載された。本成果により、立地環境モニタリングとその結果の解析等による衰退機構解明について一定の推進が認められた。一方、対策面についても取り組みを進めているが課題が多く残されたため、次期プロジェクトでは衰退ブナ林の保全方策と再生技術の開発にさらにシフトして取り組む必要がある。具体的にはブナ林の再生事業の技術開発強化と、ブナハバチの食害軽減のための捕獲技術や密度抑制手法の検討が求められる。また、衰退原因としては今期プロジェクトでは大気環境に重点的に取り組んだが、水ストレスの作用機構の解明が遅れているので次期プロジェクトの課題となる。

## 1 丹沢大山の自然環境の保全に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
Aa ブナ林の大気環境解析
- (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 山根正伸・谷脇 徹・相原敬次・若松伸司（愛媛大学農学部）
- (5) 目的

丹沢ブナ林の衰退要因の一つとして大気汚染（オゾン）が有力視されている。今後、丹沢山地でブナ林の再生を図る上では、どのようなメカニズムでオゾンが高濃度化し、その起源が何に由来するかの情報を得ることが求められる。そこで、自由大気や関東地域における混合層（境界層）の大気挙動などを総合的に解析し明らかにすることが必要と考えられるため、フィールド観測データとモデル解析により丹沢及びその周辺地域における大気環境動態を把握する。

### (6) 研究方法

丹沢地域におけるブナ林衰退に及ぼす大気環境要因を解明するために平成20年度から継続的に調査・研究を実施して来た。平成20年度においては、丹沢地域を中心とした過去の研究のレビューを行うと共に、今後の調査・研究に利用可能な観測・解析データの収集とデータの精査、補完的な室内実験、モデル解析、フィールド観測に関する検討を深めた。平成21年度から平成23年においては、これらの知見を基に、気象と大気汚染モニタリングデータの解析、オゾンと気象の立体分布観測と解析、風洞実験による山岳気流解析、数値モデルを用いた大気汚染立体分布解析を実施した。なお、本研究は、愛媛大学への委託研究により共同実施した。

#### ①数値モデル解析

丹沢山岳地域における大気汚染の立体分布の挙動を定量的に明らかにするために、数値モデル解析を実施した。

#### ②オゾンゾンデ観測

オゾンの立体分布に関して、これまで情報が無かった秋季におけるオゾンの立体分布に関する補完的な観測をオゾンゾンデにより実施した。

#### ③風洞実験による山岳地域における流れ場の特性

山岳地域における流れ場の基礎的な特性を把握する為に昨年までに実施した風洞実験データの詳細な解析を実施した。

### (7) 結果の概要

- ① ゾンデ観測によるオゾン濃度と気象の立体分布に関する研究

2011年度（平成23年度）は10月3日、4日、6日、7日の4日間、自然環境保全センター地内（神奈川県厚木市七沢）にて、オゾンゾンデ、GPSレーウィンゾンデ、パイロットバルーンを使用して、観測を行った。

今回の観測で使用した機器は、オゾン観測ではオゾンセンサー(EN-SCI)、ゾンデ、受信機(ともに明星電気(株))、オゾン計(ダイレック)である。気象観測で用いた機器は、GPSレーウィンゾンデ、受信機(ともに明星電気(株))、パデジタルトランシット(タマヤ計測システム)である。オゾンゾンデ観測結果の例（2011年10月4日10:50、10月7日10:30）を図1に示す。相当温位とは、気温に相当する気象要素である。

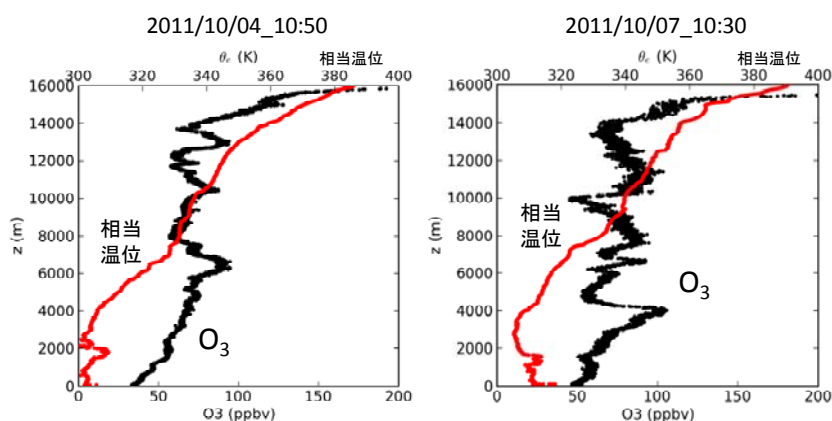


図1 オゾンゾンデ観測結果の例（2011年10月4日10:50、10月7日10:30）

## ② 数値モデルによるオゾンの立体分布観測解析研究

丹沢山地における大気汚染（オゾン）の立体分布と気象の関連性を解析するために、気象モデルと大気汚染モデルを用いて2009年度と2010年度に実施したオゾンゾンデデータの解析を行った。本研究で用いたシミュレーションモデルは、気象モデル（MM5 v3.7）と化学反応輸送モデル（CMAQ v4.7）である。東アジア地域からの大気汚染を考慮するために、計算領域を中国、韓国、台湾を含むエリアとし、計算格子間隔は45kmとした（図2のEast Asia）。また、本州域（図2のHonshu）や関東域（図2のKanto）を詳細に計算するために、計算格子間隔をそれぞれ15km、5kmとした。

図3に地上オゾンの時刻変化図を示す。地点は、丹沢山地の犬越路と丹沢周辺の海老名、座間、秦野とした。

図4にオゾンの鉛直分布図を示す。観測日時は、2010年7月19日14時、20日11時、15時、21日10時、14時、22日14時の6ケースである。計算格子間隔15kmも5kmも、ほぼ同様にゾンデ観測結果を再現していると言える。

地上のオゾンの時刻変化図や鉛直オゾン分布図より、数値モデルは十分に実測を再現していると言える。

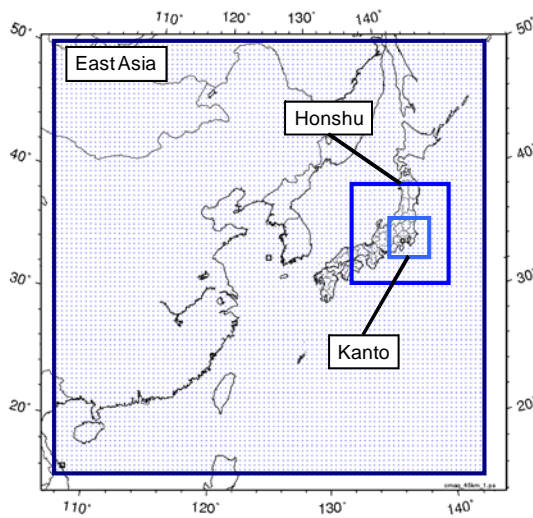


図2 計算領域（東アジア域、  
本州域、関東域）

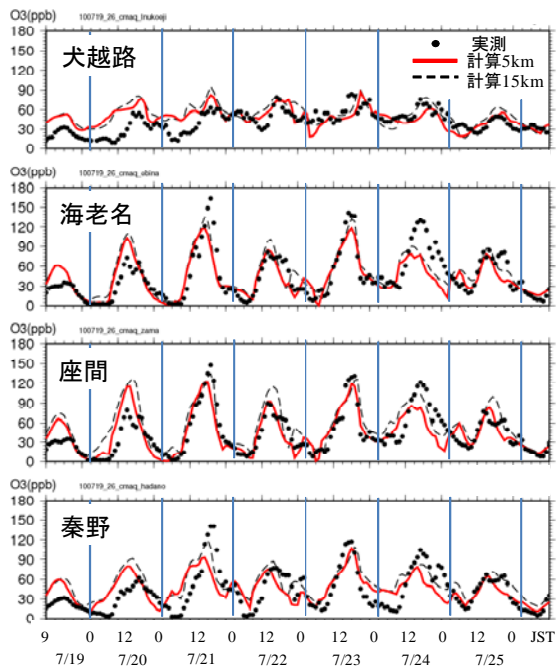


図3 地上オゾンの時刻変化  
(2010年7月19日から7月25日)

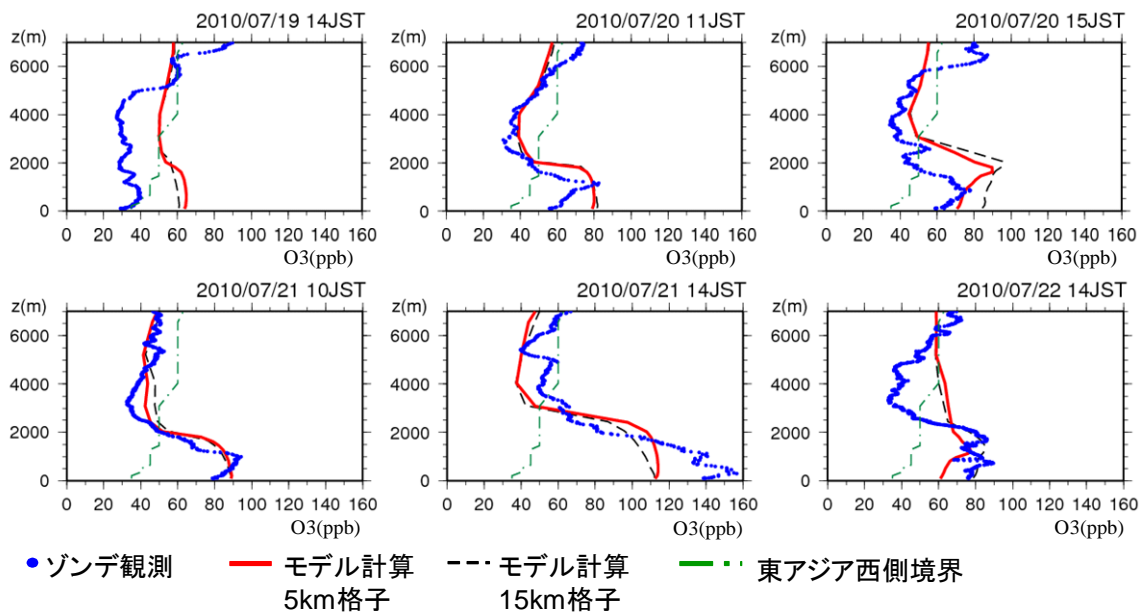


図4 オゾンの鉛直分布図（観測日時：2010年7月19日14時、20日11時、15時、21日10時、  
14時、22日14時の6ケース）

③風洞実験による山岳地域における流れ場の特性

新しい流れの可視化技術であるPIVを用いて、山頂付近の流れの剥離挙動について特に

詳しく調べた結果、次の事項が明らかになった。

・剥離臨界近傍の山模型 ( $\theta_c = 14^\circ$ ) において、風上床面の粗度長が大きいほど剥離が抑制される。これは、Wood による理論とは逆の振舞である。また、この振舞は、境界層厚さの影響を受けない。

・剥離渦が地面に再付着する地点は、山の傾斜角  $\theta$  が大きいほど山頂から遠くなる。山頂からの再付着点までの距離は、 $\theta \geq 63^\circ$  で山の高さの約 7 倍に飽和する。

## (8) 課題

今後は、このモデルを更に活用して発生源や気象条件の変化に伴う丹沢地域における大気汚染の状況を把握して行くことが課題である。風洞実験では山岳地域における流れ場の特性が把握出来た。この結果は二次元定常条件でのものであるが、山岳地域における気流の評価に活用出来る。今後は、山岳における実測データとの比較評価が課題である。

オゾンと気象の立体分布観測研究では、オゾンゾンデの特性や応答性を明らかにすることが出来た。今後は、この結果をもとに観測・解析マニュアルの作成を行うこと、観測データの評価・解析を行うことが課題である。また、これまで情報が無かった秋季におけるオゾンの立体分布をオゾンゾンデと車載計測により把握することが出来た。しかし限られた気象条件下でのデータであるため、今後は 4 季を通じての更なるデータの蓄積と解析が課題である。

丹沢における大気モニタリングデータを他の地上モニタリング地点の情報も活用して総合的に解析評価することが出来た。山岳地域と地上では、特に夜間の濃度レベルや時刻変化に大きな違いがあることが確認された。犬越路と檜洞丸の比較では、高度による違いが明確となり、山岳地域における観測の重要性が深まった。今後は犬越路と檜洞丸での観測の継続と、モデル計算も活用した更なるデータ解析が課題である。

これまでの研究はオゾンのみを対象として研究を実施して来たが、その他のガス状成分や PM2.5 成分等の影響も懸念されることから、今後は、これらの点に関するモニタリング、観測、モデル解析も重要な研究課題である。

## (9) 成果の発表

國元浩平・岡崎友紀代・若松伸司 (2012) 神奈川県における光化学オキシダントの解析.  
大気環境学会中国四国支部公開講演会 (広島市) 講演要旨集 23-26

斎藤正彦・若松伸司・岡崎友紀代・堀越信治・山根正伸・相原敬次 (2011) 丹沢山地の鉛直オゾン分布に関するモデル解析. 第 52 回大気環境学会年会 (長崎市) 講演要旨集 445

山下真生・泉萌・岡崎友紀代・西川敦・若松伸司 (2011) オゾンと気象の立体分布観測 (2). 大気環境学会中国四国支部公開講演会 (広島市) 講演要旨集 13-16

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

(1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
Ab ブナ林の生理生態調査

(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 越地 正・相原敬次・谷脇 徹・山根正伸

### (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。本調査では丹沢山地に生育するブナの衰弱枯死に水ストレスがどの程度関与しているかを評価するため、水ポテンシャル等を測定する。なお、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

丹沢山地檜洞丸の山頂周辺（標高 1500m～1600m）に生育する 18 個体および標高 1200m 付近に生育するブナ 7 個体を供試木とした。山頂周辺に生育するブナ 18 個体のうち 9 個体は衰弱が進んでいる個体で、残りの 9 個体はほぼ健全な個体である。また、標高 1200m 付近に生育するブナは健全な個体である（図 1、図 2）。

調査は、2011 年夏期に①日中および夜明け前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）、②葉の水分特性（P-V 曲線法）、③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）について行った。

### (7) 結果の概要

#### ①日中および夜明け前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）

檜洞丸山頂周辺（標高 1500m～1600m）の衰弱個体は標高 1200m の健全個体に比べ、水不足の傾向にあることがわかった。また、山頂周辺の健全個体には水ポテンシャルが低い個体もみられたことから外見上の衰退度とは一致しなかった。

#### ②葉の水分特性（P-V 曲線法）

檜洞丸山頂周辺の個体について、葉の原形質分離を生じるときの水ポテンシャルと日中の水ポテンシャルを比較した結果、日中、原形質分離が起きている個体が認められた。したがって葉が萎れるほどの水不足状態にある可能性が考えられた。しかし、標高 1200m の健全個体では原形質分離が生じていないことがわかった。

#### ③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）

樹木が健全に生育していくためには樹体内で水柱が連続している必要があるが、水不足が強くなると連続している水柱が断ち切れる状態が発生する。この状態を把握するために空気注入法によりキャビテーション感受性曲線を作成し評価した。檜洞丸山頂周辺の健全個体および衰弱個体のいずれもキャビテーション感受性が高く、水不足状態にあることがわかった。

### (8) 課題

今回は、初めての測定結果のため、次年度にさらに追跡調査し、再確認する必要がある。

### (9) 成果の発表

なし



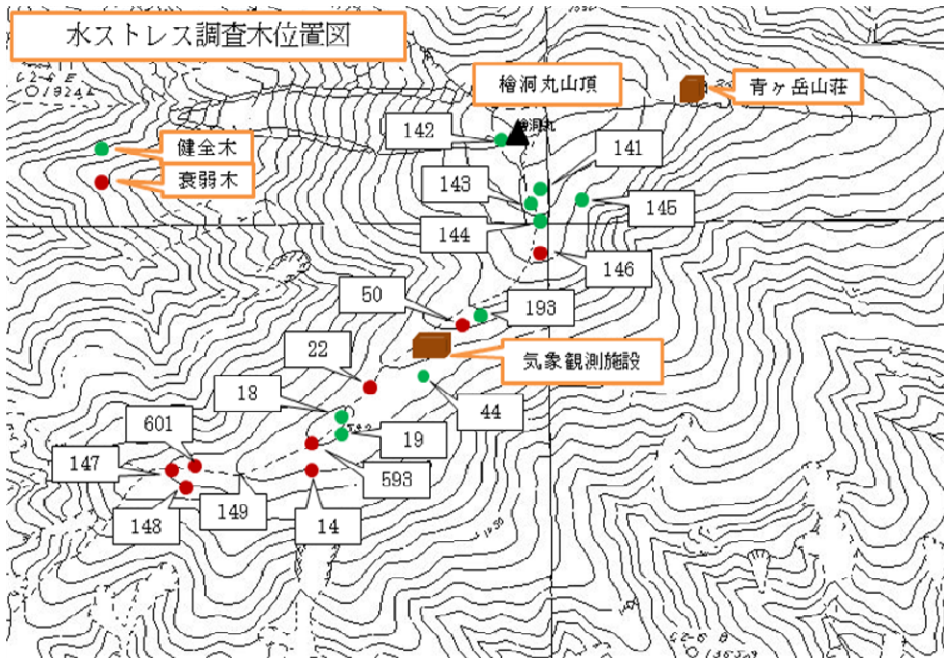


図1 檜洞丸山頂周辺の調査木位置図

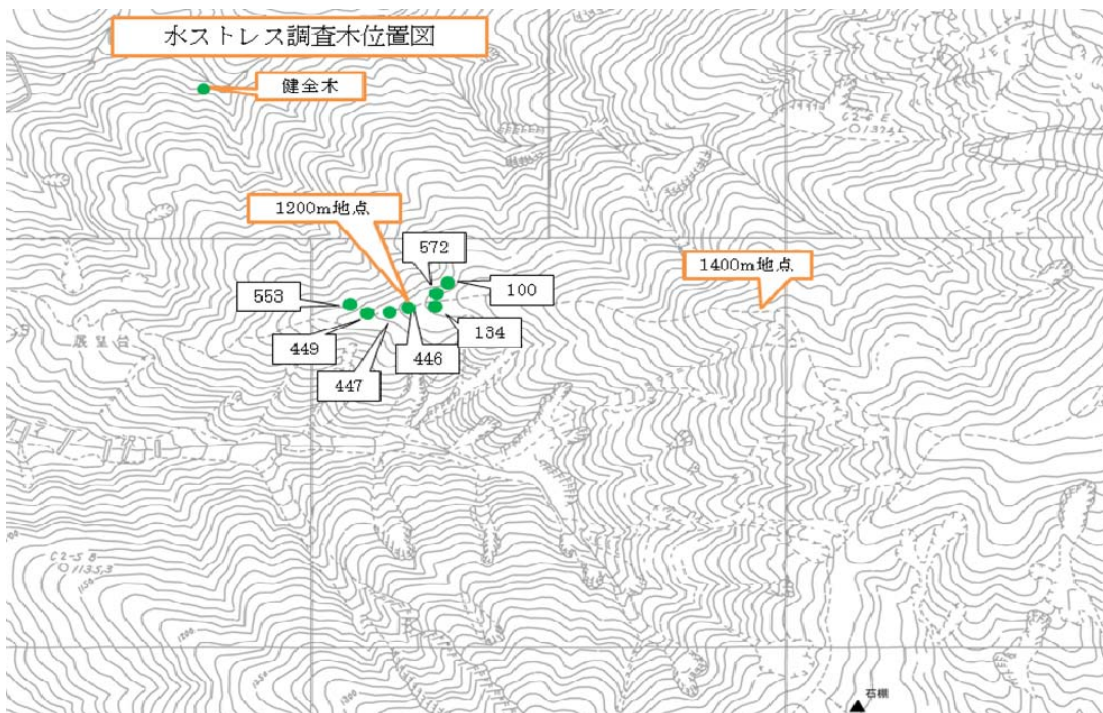


図2 檜洞丸登山道 1200m 地点の調査木位置図

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
Ba 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19～24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 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。

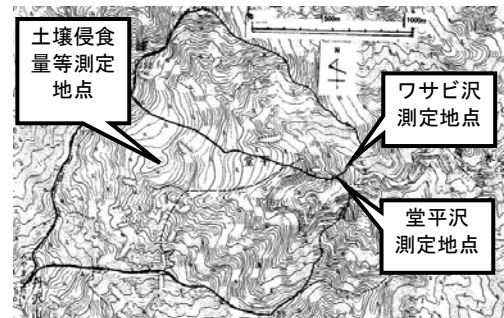


図 測定地点位置図

#### 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、林内雨量と照度は、平成18年から継続して測定している3地点に加えて、対策工の施工地内の17か所において、いずれも4～11月の間測定した。林外雨量は、対策工施工地の斜面下部の崩壊地内2か所において測定した。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。

#### ④流域スケールの土壤保全効果モニタリング手法開発

堂平沢とワサビ沢の測定地点において、2011年4月から12月まで1～2週間おきに、河川流量、浮遊砂濃度、浮遊土砂量、樹冠通過雨量、斜面土壤侵食量に関するデータ回収及び測定を行った。既往の研究から降雨量は河川流量、斜面土壤侵食量に大きな影響を与える要因であることがわかっており、それらが浮遊土砂濃度に影響しているため、得られたデータについて河川流量、斜面土壤侵食量、浮遊土砂濃度・浮遊土砂量に降雨量が与える影響を分析し、これらの影響を考慮して、斜面土壤侵食量と浮遊土砂量との関係を分析した。

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)

東丹沢堂平地区の5～6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)。なお、平成23年度は台風等の影響で例年より降雨が多かったため、土壌侵食量だけでみると、特に平成18年度施工地において前年度より増加した工種が多かった(図1、2)。

降雨量の影響を踏まえて土壌侵食量の経年変化を比較するために、夏季(7～9月)の樹冠通過雨量1mmあたりの土壌侵食量を指標として土壌侵食量及び林床合計被覆率の経年変化を調べた(図3、4)。その結果、林床合計被覆率は、すべての対策工において経年により増加し、対策工を設置して3～4年目以降には、ほとんどの対策工の林床合計被覆率が95～100%になった。樹冠通過雨量1mmあたりの土壌侵食量は、経年により減少する工種がある一方で、施設の破損や資材の劣化等により経年により増加する工種もあり、工種により異なっていた。しかし、同じ林床合計被覆率の場合、ほとんどの対策工において、対策を行っていない無処理の土壌侵食調査プロットと比べて樹冠通過雨量1mmあたりの土壌侵食量は少なかった。すなわち、対策工により土壌侵食量は減少することが確認された。

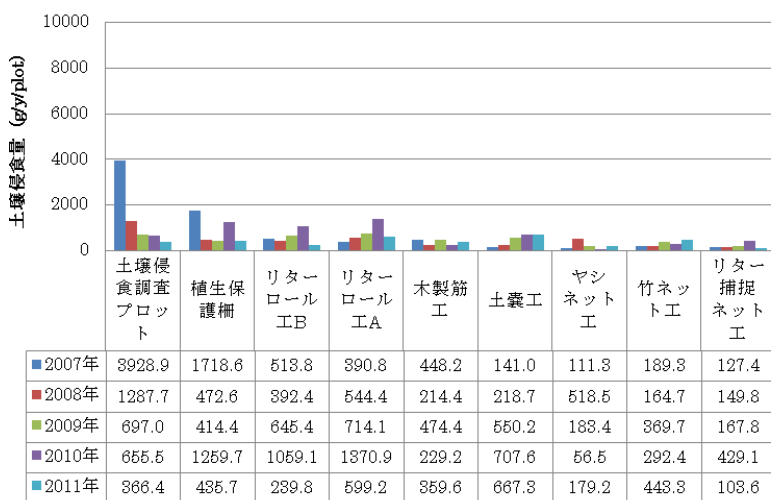


図1 H17年施工地におけるH19(2007)～H23(2011)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

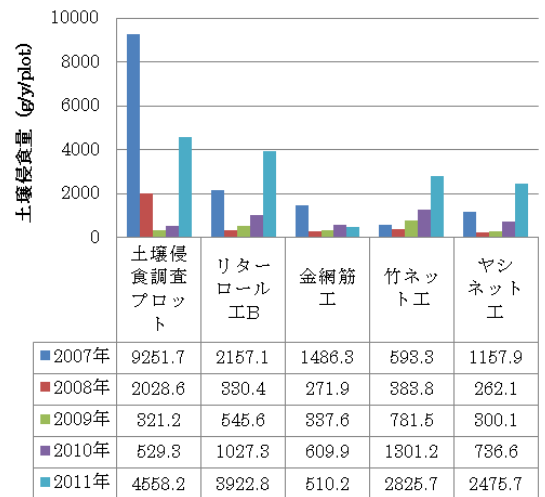


図2 H18年施工地におけるH19(2007)～H23(2011)の各対策工の年別積算土壌侵食量(対策工種別平均値)

表1 各対策工の土壌侵食軽減効果の特性区分

	土壌侵食軽減効果		
	高	中	低
効果発揮が早く、経年により増加	リター捕捉ネット工 金網筋工		
効果発揮が早く、その後効果はほぼ一定	土嚢工、ヤシネット工、竹ネット工	木製筋工 リターロール工A	
効果発揮が遅い			植生保護柵工 リターロール工B

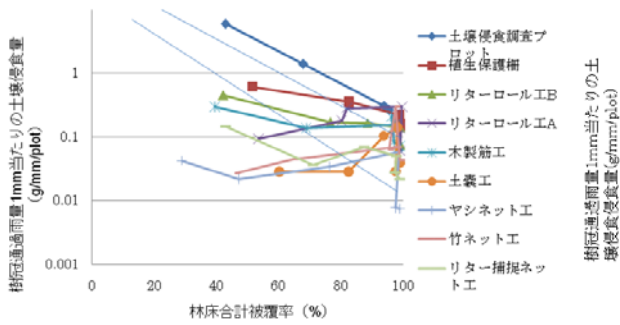


図3 H17年施工地の各対策工におけるH18～23年の7月～9月の樹冠通過雨量1mm当たりの土壌侵食量と林床合計被覆率

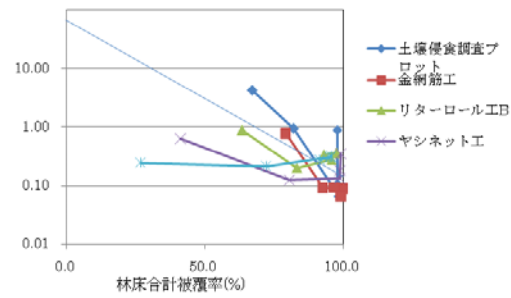


図4 H18年施工地の各対策工におけるH19～23年の7月～9月の樹冠通過雨量1mm当たりの土壌侵食量と林床合計被覆率

流域スケールのモニタリング手法開発の基礎調査として、既存の試験プロットにおける降雨量と地表流出量の関係について平成16年度から蓄積されたデータを用いて解析したところ、林床合計被覆率が小さくなるほど地表流出率は大きくなり、両者の相関係数は0.84と高かった(図5)。さらに林床合計被覆率の季節変化にともない地表流出率も季節変化していた。重回帰分析の結果から、ブナ林斜面における地表流の流出には林床合計被覆率が最も大きく影響しており、林床合計被覆率が土壌侵食量や洪水の主要な成分である直接流出にも大きな影響を与えていることが示唆された。

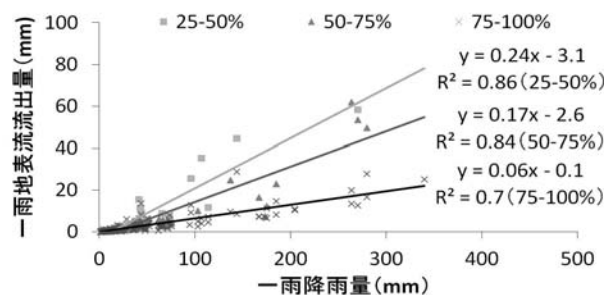


図5 林床合計被覆率別の一雨の降雨量と一雨の地表流出量  
(試験プロット No. 1～No. 4)

また、新たに堂平の斜面に設置した地表流量と濁度の観測装置により、3事例の降雨についてこれまででは明らかでなかった斜面土壌侵食量の時間変化が斜面地表流の濁度という形で明らかになった(図6)。さらに、斜面地表流と溪流の浮遊土砂濃度の時間変化を、流量-濁度(浮遊土砂濃度)ヒステリシスを用いて比較した(図7)。その結果、斜面におけるヒステリシスと溪流におけるヒステリシスでは、両者の傾向が一致することが分かった。

これらの結果より、シカの採食による林床植生衰退が激しい堂平地区では、流域の斜面土壌侵食は溪流への浮遊土砂流出と密接な関係があることが分かった。しかしながら、林床合計被覆率の増加の影響が浮遊土砂量の減少に影響しているかどうかの明確な結論を得ることは出来なかった。今後更に観測を継続して検証を行う必要がある。



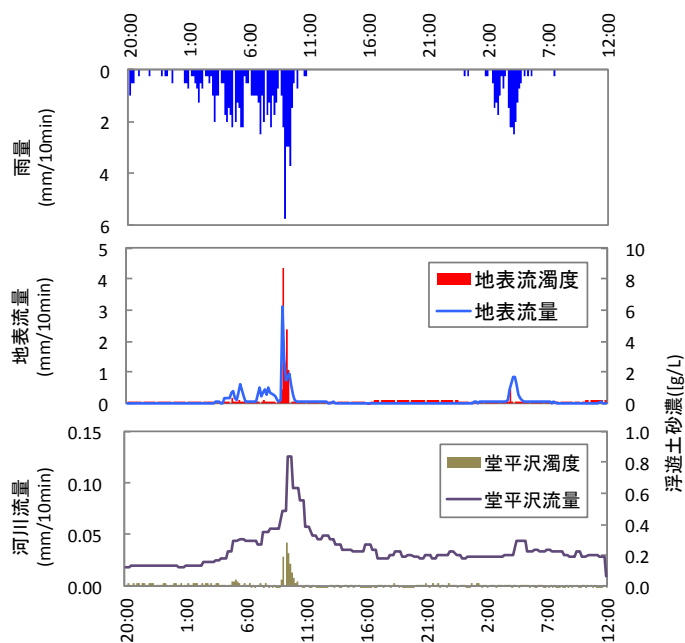


図6 雨量、地表流量と濁度、溪流流量と濁度の時間変化（10月14日-16日）

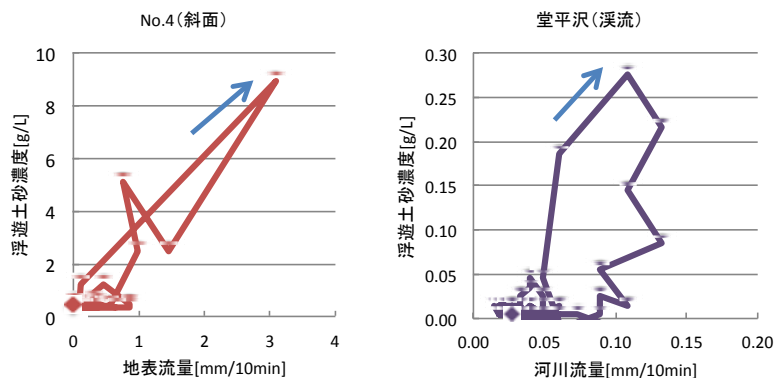


図7 地表流量-浮遊土砂濃度ヒステリシスと溪流流量-浮遊土砂濃度ヒステリシス

### (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。
- ・溪流における浮遊土砂流出量の予測手法の開発や、今後の土壌侵食対策工の評価手法の開発へ展開していくためには、土壌侵食機構と、浮遊土砂供給プロセスを明らかにし、斜面土壌侵食と溪流の浮遊土砂量の相関性だけでなく、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）を明らかにしていく必要がある。

### (9) 成果の発表

若原妙子ほか（2008）ブナ林の林床植生衰退地におけるリター堆積量と土壌侵食量の季節変化. 日林誌 90(6) : 378-385.

初 磊ほか（2010）丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における林床合計被覆率と土壌侵食量の関係. 日林誌 92(5) : 261-268.

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
Bb ブナ林立地環境モニタリング  
ーブナハバチ成虫モニタリングー
- (2) 研究期間 平成19～23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費）
- (4) 担当者 谷脇 徹

### (5) 目的

丹沢山地の高標高では、1993年以降、ブナハバチの葉食被害が断続的に生じている。複数回の葉食被害を受けたブナにおいて枝先枯れなどの樹勢低下や枯死の症状が観察されている。このような状況から、被害を軽減するための防除法開発が求められている。ただし、ブナハバチの葉食被害は毎年あるいは周期的に生じる訳ではなく、突発的に生じる傾向がある。防除を効率的に実施するためには、被害の発生予察の手法開発に向けた被害の発生条件の把握が必要となる。

大規模な葉食被害は、雌成虫が大量に発生するとともに、発生時にブナの若葉が産卵に適した展開途中の状態にある場合に生じることが指摘されている。成虫の発生量が多くても、雌成虫の発生が遅れると発生時に若葉の展開が完了しているため産卵を回避するブナが多くなり、大規模な食害は生じにくいことになる。

これらを検証するため、平成19年から雌成虫の発生消長と展葉フェノロジー調査を実施している。具体的には、平成19年から21年は丹沢山に絞り込んで予備調査を行い、平成22年からは天王寺尾根、丹沢山、檜洞丸に重点調査地を設け、成虫誘引トラップと目視による展葉フェノロジー調査を行うとともに、卵密度の推移を調査している。

平成23年は、平成22年に引き続き同様の調査を実施した。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

本種による度重なる食害により、ブナの衰弱枯死の発生が問題となっている神奈川県愛甲郡清川村にある丹沢山（標高1,567m）の標高1,550m～1,560m地点（以下、丹沢山）と、丹沢山から東にのびる天王寺尾根の標高1,350m地点（以下、天王寺尾根）、および神奈川県足柄上郡山北町中川にある檜洞丸（標高1,601m）の標高1,550m地点（以下、檜洞丸）の3地点とした。

#### ②雌成虫の捕獲

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。トラップの設置数は天王寺尾根が7個、丹沢山が10個、檜洞丸が15個とした。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とした。林冠ギャップ内の設置地点のやや南側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、捕獲昆虫は週1～2回の頻度で回収した。

### ③産卵推移調査

卵は、先端に鎌を取り付けた 15m 測かんによりブナの枝葉ごと採取した。調査木あたり 100 枚以上の葉を採取し、産卵数（卵数および孵化後の卵殻数）を葉枚数とあわせて目視により計測した。この調査は、5 月中旬から 6 月上旬にかけて週 1 回の頻度で実施した。

### ④ブナ展葉フェノロジー調査

展葉調査は、捕獲昆虫の回収日に行った。調査対象は産卵密度調査木とした。展葉状況の観察は双眼鏡および目視により、あるいはデジタルカメラで撮影した画像の解析により行った。展葉段階の判定は橋詰ら（1996）の 6 段階（展葉ランク 0～5）の判定基準に従い、調査日ごとに各個体の樹冠全体に占める各展葉ランクの状態にある葉の割合を求めた。雌成虫が産卵を行う展開途中の若葉（Shinohara et al., 2000）は、橋詰ら（1996）の判定ではランク 3（シュートは伸長し、縮んだ若葉が半分程度冬芽の外側に現れる。）が該当すると判断された。

## (7) 結果の概要

ブナハバチの雌成虫は 4 月下旬から 6 月中旬に捕獲された。すなわち、雌成虫の捕獲期間は天王寺尾根では 2011 年 4 月 28 日～6 月 13 日、丹沢山では 5 月 2 日～6 月 21 日、檜洞丸では 4 月 26 日～6 月 22 日であった（図-1）。

一方、産卵対象となる若葉の出現期間は雌成虫の捕獲期間よりも短かった。すなわち、展開途中の若葉（ランク 3）は天王寺尾根では 5 月 6 日～31 日、丹沢山では 5 月 13 日～31 日、檜洞丸では 5 月 2 日～31 日に観察された。このうち、若葉の出現ピーク（展葉ランクの中央値が 2 を超えてから 4 を超えるまでの期間）は天王寺尾根が 5 月 13 日～19 日、丹沢山が 5 月 16 日～26 日、檜洞丸が 5 月 16 日～31 日であった。若葉の出現ピーク時の捕獲数は、天王寺尾根が 3.7～13.6 個体/日、丹沢山が 8.8～29.9 個体/日、檜洞丸が 20.9～29.7 個体/日の範囲で推移した。

ブナハバチの産卵は、展開途中の若葉の出現期に行われた。天王寺尾根、丹沢山のいずれの地点でも、ランク 3 の若葉の増加にあわせて卵密度が増加し、ランク 3 の若葉の減少および葉が柔らかいが展開が完了したランク 4 の増加に伴い卵密度は横ばいとなる傾向があった。ただし、時期による産卵密度の違いは統計的に有意ではなかった（フリードマン検定、 $P>0.05$ ）。これは、展葉が早い個体では早い時期に産卵され、卵密度調査中の時期変化が生じなかったためである。丹沢山では展葉の早い個体を除くと時期による卵密度の違いが統計的に有意であった（フリードマン検定、 $P<0.05$ ）。天王寺尾根ではサンプル数が足りず、検定ができなかった。

2011 年は丹沢山地広域で葉食被害が発生しており、被害規模は丹沢山で中規模、檜洞丸で大規模であった（谷ら、2012）。2010 年の被害規模は丹沢山、檜洞丸ともに小規模（谷ら、2012）であり、若葉の出現ピーク時の捕獲数は天王寺尾根が 0.1～2.3 個体/日、丹沢山が 7.8～10.1 個体/日、檜洞丸が 12.4～19.4 個体/日であった。このように、若葉の出現ピーク時の捕獲数と被害規模は相関があると考えられる。このことを検討するため、今後さらにデータを精査する必要がある。

(8) 課題 および(9) 成果の発表

なし

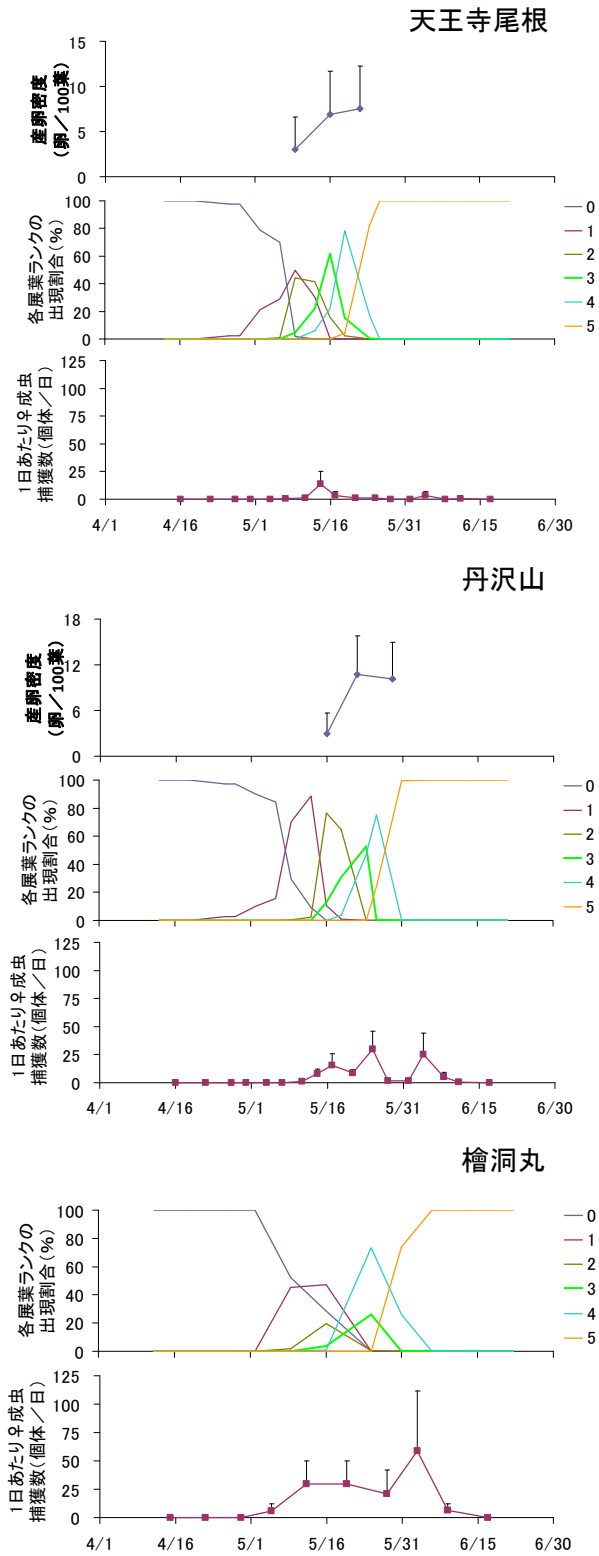


図1 各地点における1日当たりブナハバチ雌成虫捕獲数、ブナの各展葉ランクの割合および卵密度



## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
Bc ブナ林立地環境モニタリング  
ーブナハバチ繭モニタリングー
- (2) 研究期間 平成19～23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 丹沢大山保全・再生対策事業費）
- (4) 担当者 谷脇 徹

### (5) 目的

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

2006年から実施してきた繭モニタリングは被食発生リスク評価に適用できる可能性がある。2010年までの5年間で、繭の密度は被食量の少ない三国山や菰釣山では19.1個/m<sup>2</sup>以下の低密度で推移したが、2007年に大規模な被食の発生した大室山、檜洞丸、丹沢山では163.3～501.2個/m<sup>2</sup>の高密度の範囲で推移した。すなわち、食害発生地では繭が高密度で分布しており、潜在的な被食発生ポテンシャルが高い状態にあると考えられる。さらに、大室山と檜洞丸では繭の密度が増加傾向にあり、被食発生ポテンシャルの上昇が懸念される。ただし、大規模な被食は繭の密度が高いからといって毎年発生する訳ではなく、突発的に生じる傾向がある。このため、繭モニタリングにより被食発生ポテンシャルを評価するには、長期に渡り繭密度の年次推移を追跡し、被食量の年次推移との関係を検討する必要がある。

そこで、2011年は2010年に実施した大室山、檜洞丸および丹沢山に加え、三国山と菰釣山でも3年ぶりに繭密度の追跡調査を実施した。

### (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)。2006年、2007年、2008年、2009年、2010年および2011年の10～12月に、各地点コドラートの各箇所において、幅60cm×奥行き60cm×深さ2cm(2006～2009年)幅30cm×奥行き30cm×深さ2cm(2010年)、あるいは幅15cm×奥行き15cm×深さ2cm(2011年)(L、F層は除去)の土壌を採取した(図-2)。採取箇所数は2006～2010年が9箇所、2011年が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(繭内部の生存ブナハバチ前蛹の有無にかかわらずカウントした繭数)と、そのうち繭内部に生存する前蛹数を調査した。

### (7) 結果の概要

2011年の繭高密度地点における調査結果を追加したところ、三国山と菰釣山では2006～

2008 年の水準と比較して大幅な変動はなかった。三国山と菰釣山では繭密度は年次で有意に変動しなかった（フリードマン検定、 $P>0.05$ ）（図-3）。

一方、大室山、檜洞丸および丹沢山では依然として高密度で繭が推移していた（図-3）。その中でも、丹沢山は多少の増減があるもののほぼ横ばいであるのに対し、大室山と檜洞丸では年経過に伴い繭が増加する傾向があった（図-3）。繭密度の年次変動は大室山と檜洞丸では有意であり（フリードマン検定、 $P<0.05$ ）、丹沢山では年次で有意に変動しなかった（フリードマン検定、 $P>0.05$ ）。

繭内部に生存する前蛹の密度は年次変動が大きかった（図-3）。また、前蛹が得られない箇所が多く、前蛹の密度は箇所間のばらつきが大きかった。繭密度の年次変動は、いずれの地点でも有意ではなかった（フリードマン検定、 $P>0.05$ ）。

2011 年は丹沢広域で被食が発生し、特に大室山や檜洞丸で規模が大きかった（谷ら、2012）。これらの地点と比較して、丹沢山の被食規模は小さかった。一方、三国山と菰釣山では目立った被食は発生しなかった。繭密度の年次変動は漸進的なので、三国山と菰釣山の 2009 年と 2010 年の繭密度は前後の水準から大幅に変動しないと推測される。すなわち、2010 年 10～12 月の時点の繭密度が 2011 年の各地点の被食規模に反映されたと解釈される。この意味で、繭モニタリングは被食発生ポテンシャルの評価に適していると考えられる。2011 年の大室山と檜洞丸では大規模な被食発生後に繭密度が上昇しているため、被食発生ポテンシャルも上昇したことになる。一方、被食発生ポテンシャルは丹沢山では横ばい、三国山と菰釣山では低い状態と解釈される。

調査期間中の大規模な被食発生は 2007 年と 2011 年の 2 回に限られている。今後とも繭モニタリングを継続し、被食量との関係を引き続き検討する必要がある。

なお、前蛹の密度は箇所や年次のばらつきが大きいため、被食発生ポテンシャル評価への適用は難しい。適用する場合はサンプル数を増やすなどの検討が必要となる。

(8) 課題

なし

(9) 成果の発表

なし

m

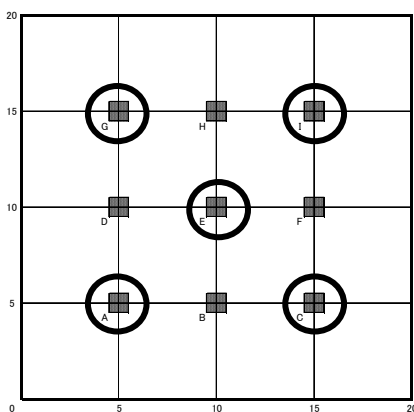


図-1. コドラート内の土壌採取箇所図

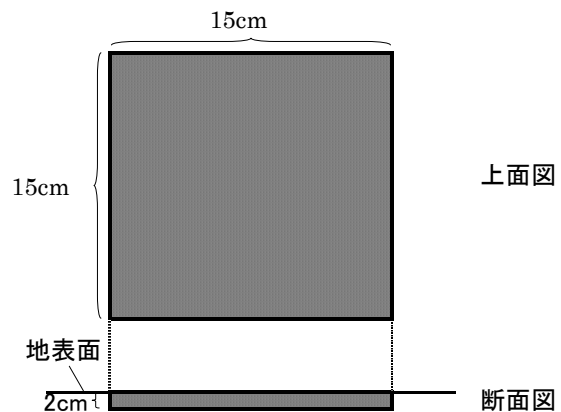


図-2. 土壌採取方法

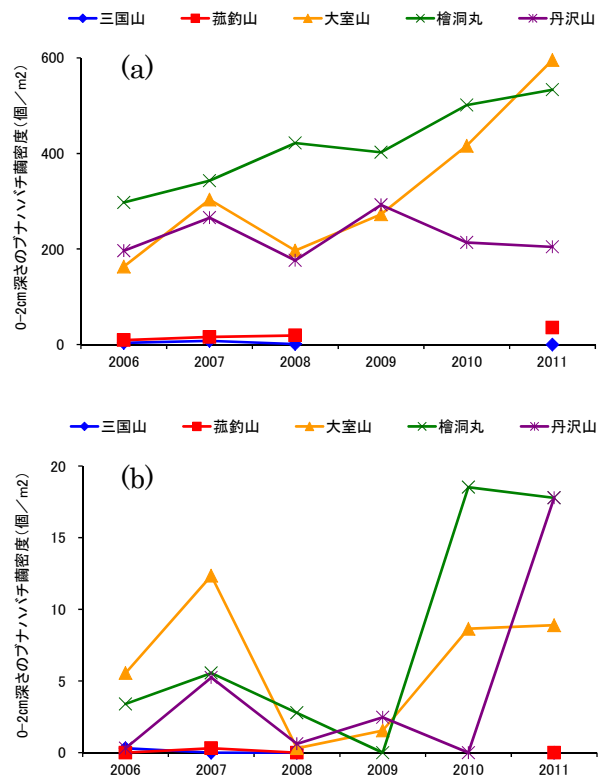


図-3. 各調査地におけるブナハバチの総繭数 (a) および生存前蛹繭 (b) 密度の年次変動

# 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
 Bd ブナ林立地環境モニタリング  
 ーシカによる植生影響モニタリングー
- (2) 研究期間 平成22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 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年より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調査と植生定点調査、モデル地区内現存量調査が3～5年おきに行われている。2011年度（平成23年度）は12地点で植生定点調査を実施した。本調査は日本工営㈱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のプラントが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。2011年は12地点で調査して、過年度のデータと比較して植生変化を解析した。また、シカの捕獲地における植生変化を解析するために、捕獲地内の植生定点7調査地の過年度のデータを利用した。

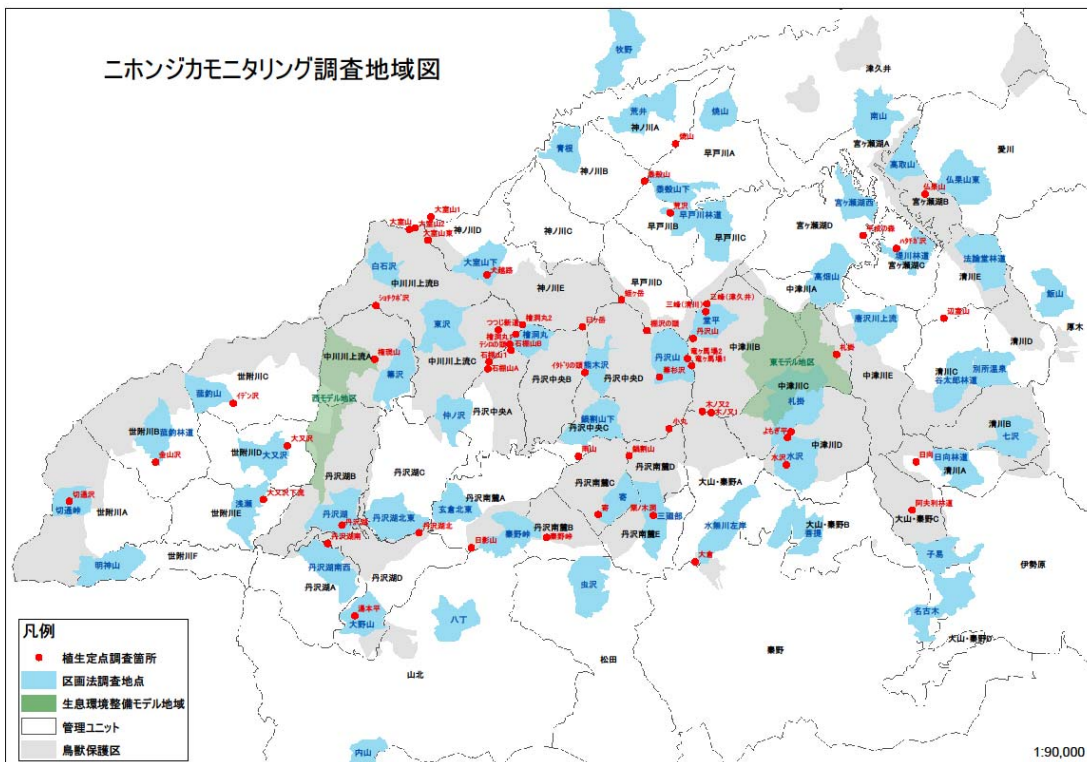


図1 植生定点調査地（丸印）

## (7) 結果の概要

2011年に調査した12地点において、植被率や更新木の樹高などは柵内外で差異があった(表1)。植被率や更新木の最大高などについての前回データとの比較から、柵外で顕著に改善傾向が認められるのは管理捕獲をしている「三峰(清川)」と、捕獲地ではない「雨山」であった。柵外の植被率では、管理捕獲をして密度が5頭/km<sup>2</sup>に低下した「三峰(清川)」と、捕獲地ではない「雨山」と「焼山」で増加する傾向があった(図2)。更新木では増加する傾向の地点はなかった。ササ最大高ではミヤマクマザサの繁茂する「竜ヶ馬場2」で稈高が高くなったが、スズタケの生育する地点では変化しなかった。不嗜好性種と耐性種の相対優占度では、管理捕獲地の「三峰(清川)」と「三峰(津久井)」、捕獲地ではない「雨山」で優占度が低下する傾向があった。しかし、その比率は5%の範囲内のため誤差の可能性もある。

表1 2011年度の結果概要

No	地点名	管理ユニット	管理捕獲	植被率の平均値(%)		更新木の樹高(cm)		ササの平均稈長(cm)		不嗜好性種優占度(%)		出現種数(n/4㎡)		開空度(%)	
				柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外
1	焼山	神ノ川A		84.0	25.0	35.0	11.0	0.0	0.0	17	0	22	26	19.5	20.4
2	犬越路	神ノ川E		82.0	31.5	38.5	0.0	192.7	157.1	0	0	3	7	17.8	21.4
3	白ヶ岳	神ノ川E		98.0	58.0	46.8	13.0	148.6	9.7	3	98	22	32	21.6	24.0
4	荒沢	早戸川B		34.0	6.7	22.0	0.0	23.1	0.0	0	0	23	3	23.7	22.0
5	三峰(津久井)	早戸川C		97.0	15.2	74.0	10.3	63.4	12.9	0	0	24	20	20.9	22.5
6	木ノ又1	中津川B		88.0	66.0	55.5	0.0	84.0	10.8	10	69	26	25	20.0	19.7
7	よもぎ平	中津川D		99.0	83.0	109.6	0.0	0.0	0.0	1	73	11	16	28.8	26.8
8	仏果山	宮ヶ瀬湖B		77.0	8.1	54.6	12.0	0.0	0.0	0	0	25	15	19.3	23.1
9	阿夫利林道	大山・秦野C		19.9	1.9	10.3	10.0	91.0	0.0	0	0	11	3	16.4	15.8
10	雨山	丹沢中央C		91.5	51.0	65.2	0.0	51.0	0.0	0	99	32	20	24.5	22.5
11	竜ヶ馬場2	丹沢中央D		100.0	100.0	74.1	0.0	121.1	51.4	0	0	5	16	38.3	58.5
12	丹沢湖北	丹沢湖C	○	17.0	1.6	18.3	0.0	41.1	8.8	0	0	13	6	18.4	19.4

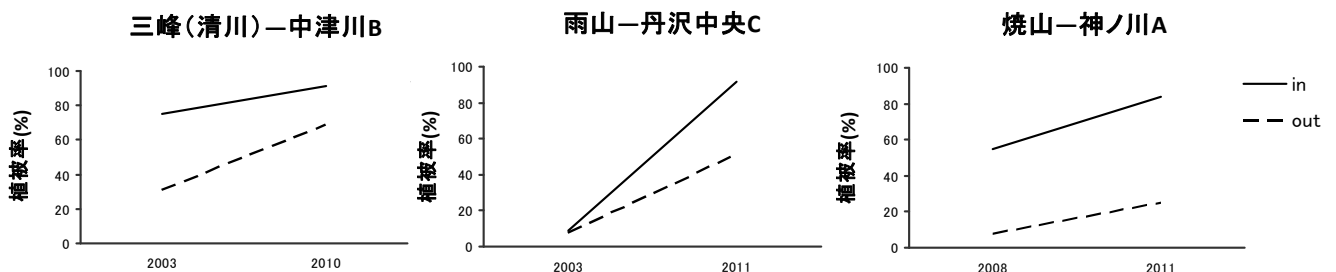


図2 柵外の植被率が顕著に増加した3箇所の変化

横軸は年次。調査地点名—管理ユニットで表示。

三峰(清川)ではシカ密度が30.5頭/km<sup>2</sup>(2003年)→4.8頭/km<sup>2</sup>(2010年)に低下。

雨山では密度5.2頭/km<sup>2</sup>(2005年)→22.7頭/km<sup>2</sup>(2011年)に増加。

焼山では0.5頭未満/km<sup>2</sup>で推移。

## (8) 課題

第2期シカ保護管理事業におけるデータの総合解析と報告書の作成。

## (9) 成果の発表

例年5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。

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-1 丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発  
C ブナ林再生のための実証的研究
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（丹沢大山植生回復対策事業費）、公共（自然再生事業費）
- (4) 担当者 田村 淳

### (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、その苗木を育苗することと、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、林冠あるい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が成長、または天然更新木が更新する可能性を明らかにすることである。

平成22年度は前年度に引き続き、複数の試験地の植生保護柵内と柵外で追跡調査した。また、稜線部植生回復事業が丹沢山で行われることに合わせて試験地を設定して、事前の植生と更新木の現状を調査した。本調査は(株)地域環境計画と新日本環境(株)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、複数の柵の内外に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部区とギャップ区に区分した。

表1 調査地の概要

試験区名	堂平	天王寺尾根	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
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
ギャップ	あり	あり	あり	あり	あり
植栽木	あり(2006年)	なし	あり(2008年)	あり(2010年)	なし

#### ② 調査方法

植栽木については、植栽がいずれの箇所も12月に行われたため、翌年の芽吹き前（3～4月）にナンバーテープを付けて個体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。解析にあたっては、第1回目の樹高を前年の植栽した段階での樹高とみなした。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3試験区では5cm以上を調査対象とした。

#### ③ 解析方法

植栽木と天然更新木ともに調査開始時点の年次に生育していた樹種を対象として、生存率と樹高の変化を解析した。天然更新木の樹種数が多かった「堂平」と「天王寺尾根」では、各調査区で10本以上/40㎡の樹種を解析の対象とした。対象となった樹木は「堂平」では、イヌシデとブナ、サワシバ、アオダモ、シオジ、サワグルミの6種である。「天王

寺尾根」では、アオダモとチドリノキ、ブナ、マメザクラの4種である。他の試験区では更新木が少なかったため解析の対象から除外した。

## (7) 結果の概要

### ① 植栽木の生残と成長

「堂平」に植栽したブナとシオジともに5成長期を過ぎても生存率は90%を越えていた。「堂平」のブナの樹高成長は試験区によって異なり、B区、C区、A区の順に成長が良かった(図1)。A区で成長が鈍いのは開空度が他の試験区よりも低いためと考えられる。シオジの樹高成長が2010年に低下した理由は、その年の春先に柵が破損してシカが侵入して先端が採食されたからである。

「丹沢山(清川)」では3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、イタヤカエデ、ミズキ、フジイバラ)のうちサワグルミの生存率が5%に低下したが、他の樹種は75%以上であった。樹高成長は樹種によって異なり、2011年時点でミズキがもっとも樹高が高く、次いで、イタヤカエデとマユミ、フジイバラが同程度で、ブナは80cmであった(図1)。サワグルミは植栽後1年目に樹高が低くなったが、その後盛り返して成長した。

2010年に植栽した「檜洞丸」では、2つの試験区(柵内)に4樹種合計200本を植栽して、そのうち195本を追跡調査することとした。内訳はアオダモ28本、シナノキ31本、ナナカマド50本、ブナ1本、ヤブデマリ85本である。1成長期を経過してアオダモとシナノキ、ブナの生存率は100%、ナナカマドは94%、ヤブデマリは86%であった。

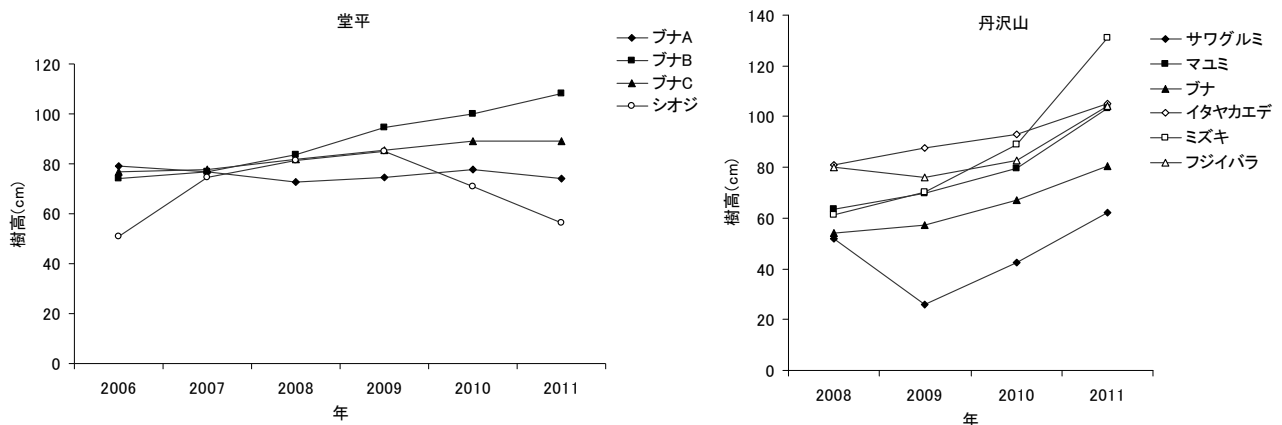


図1 植栽木の樹高の変化 左は堂平、右は丹沢山(清川)

### ② 天然更新木の密度と樹高の変化

「堂平」では、いずれの樹種も柵外区で生存率は低く、5年を経過して約10%未満に低下した樹種が5種あった。ブナとアオダモ、シオジは林縁部区で生存率が高く、他の樹種は林縁部とギャップ区とでは大きな差異はなかった(図2)。樹高は、いずれの樹種も林縁部区よりもギャップ区で高かった(図2)。樹種別ではギャップ区のイヌシデが $32.0 \pm 17.1$ (sd)cmともっとも高くなっており、次いでギャップ区のアオダモが $23.0 \pm 12.6$ cm、ギャップ区のブナが $20.3 \pm 8.7$ cmという順で高かった。柵外区ではどの樹種も樹高は10cm未満であった。

「天王寺尾根」では、生存率は2年目から柵内外の差異が明瞭になった。柵内では3年経過しても生存率は80%を越えたのに対し、柵外での生存率は9~32%の範囲にあった(図3)。樹高は2年経過した時点において柵内外で差異はなかったが、3年目から柵内と柵外の差異が生じた(図3)。柵内では例年成長したのに対し、柵外では10cmを越えることはなかった。

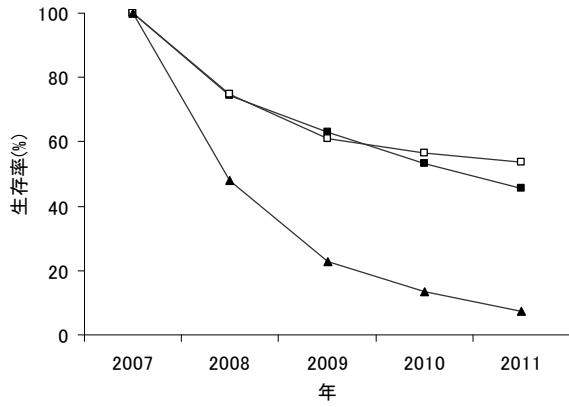
## (8) 課題

- ・継続調査とさらに大きなギャップにおける同様の調査

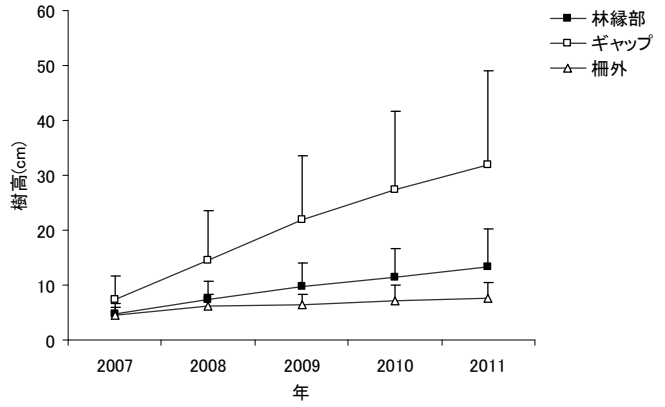
## (9) 成果の発表

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.

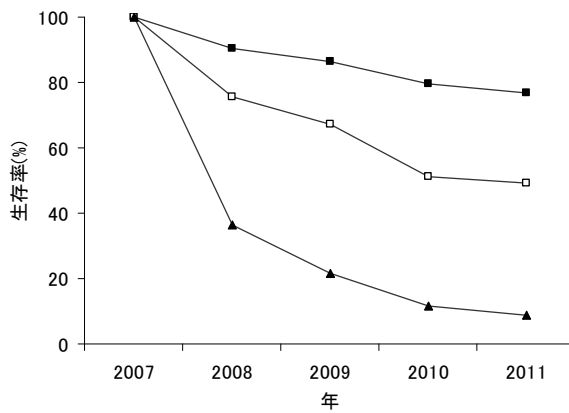
イヌシデ 生存率



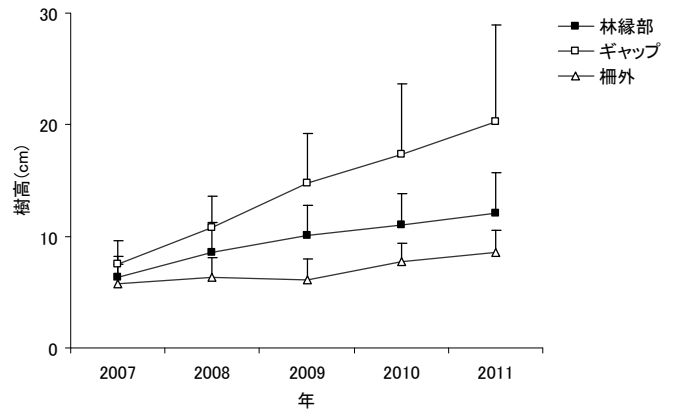
イヌシデ 樹高



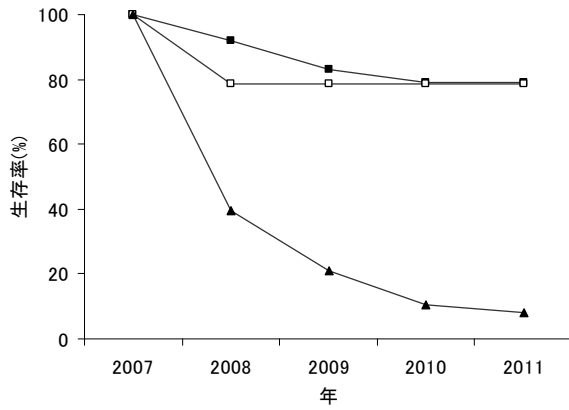
ブナ 生存率



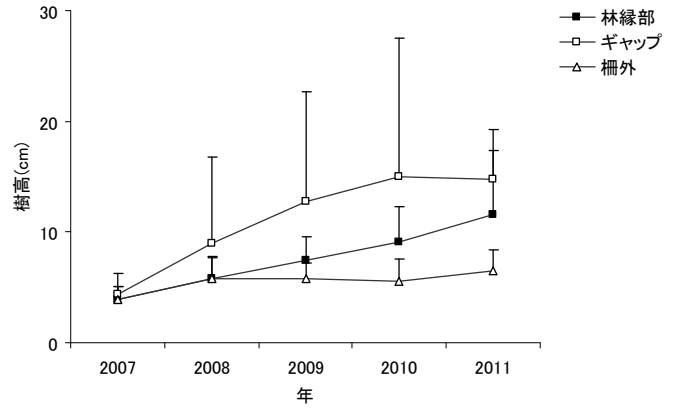
ブナ 樹高



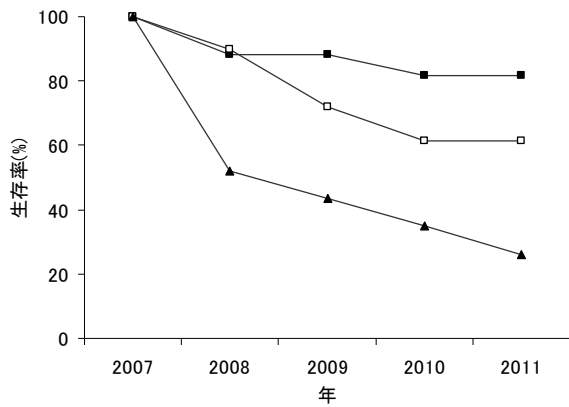
サワシバ 生存率



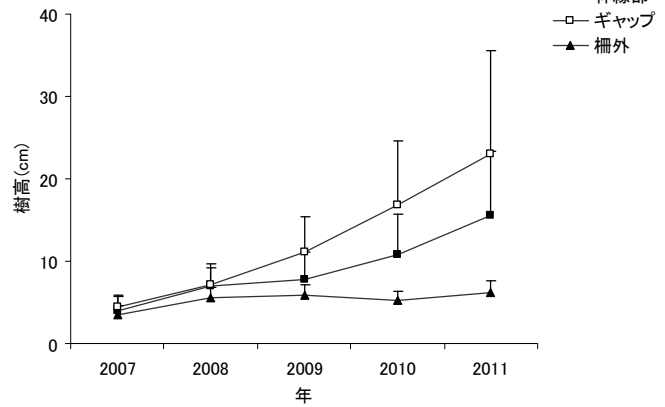
サワシバ 樹高



アオダモ 生存率



アオダモ 樹高





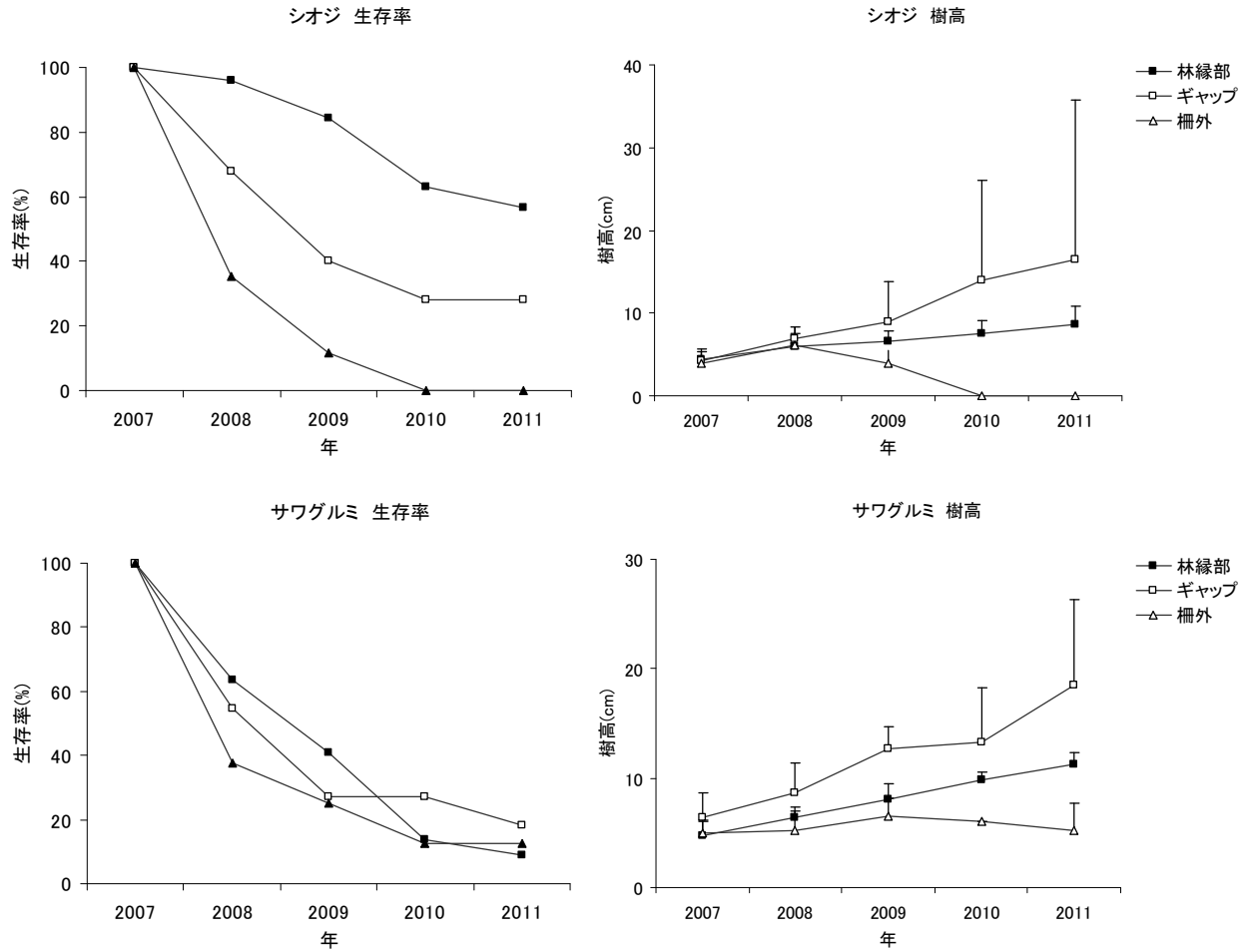


図2 堂平における主要な樹種の更新木の生存率と樹高の変化（前頁から続く）  
左図は各樹種の生存率、右図は樹高の変化を示した。縦棒は標準偏差。

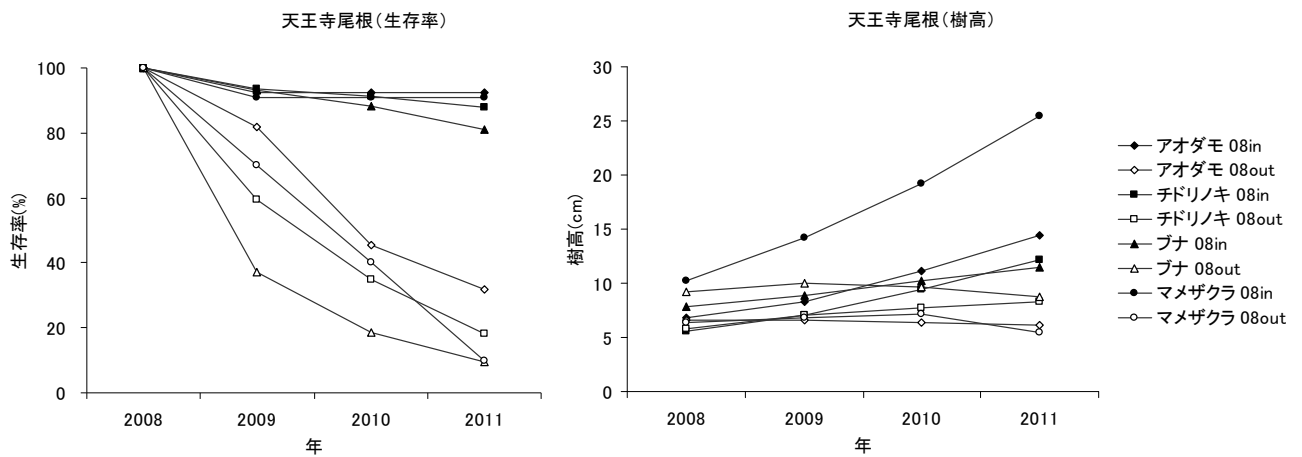


図3 天王寺尾根における更新木の生存率と樹高の変化

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-2 希少動植物の保全技術の開発  
A 希少動植物の保護増殖技術に関する研究
- (2) 研究期間 平成 19～23 年度
- (3) 予算区分 公共（自然再生事業費）
- (4) 担当者 田村 淳

### (5) 目的

『丹沢大山自然再生基本構想（2006）』で緊急に保護すべき種として、植物ではサガミジョウロウホトトギスやヤシャイノデ、動物ではツキノワグマなどがあげられている。希少な動植物種を保全するには、植物の場合は生育地における個体数変動の把握、生活史特性や遺伝的変異の解明とともに、個体数が少ない種の増殖技術の開発が必要である。動物の場合においても生態的特性や生息適地を評価したうえで、保全手法を検討することが重要である。

こうした観点にたち、本課題ではこれまでサガミジョウロウホトトギスとヤシャイノデの個体数変動と遺伝的変異、生育環境特性を把握してきた。また、シカの影響で絶滅が危惧される植物については植生保護柵による保護効果を検証してきた。さらにヤシャイノデでは生息地外保全も必要と認識して孢子培養による増殖技術も検討して、小苗まで育成できている状況にある。動物に関してはツキノワグマを対象に、食物供給量からみた生息環境の評価と既存サンプルを用いた食性を解析して、今後の保全対策を検討した。

平成 23 年度は、前年度に丹沢主稜線に設置された植生保護柵（以下、柵）内の希少植物の生育状況を調査した。また、これまでの成果をとりまとめて『丹沢の希少植物図鑑—希少植物の保護に向けて—』を作成した。なお、柵内の調査は新日本環境調査株式会社に委託して行った。

### (6) 研究方法

#### ①柵設置後 1 年目の希少植物の生育状況

平成 22 年度に丹沢山山頂北西斜面に設置された柵 4 基の内部で希少植物の生育状況を調査した。対象種は『神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006』の掲載種である。対象種が確認された場合は直径約 5m の円形を 1 地点として、個体数と繁殖個体数（開花・結実個体数）、植物高、位置情報（緯度経度、斜面方位、標高、傾斜を調べた。また動物の採食の有無を記録した。それ以外にも確認できた植物種名を記録した。前年度には柵設置前の希少植物の生育状況を同様に調査した。

#### ②希少植物図鑑の作成

これまでの調査で撮りためた写真を整理して図鑑を作成した。また、当センターで実施している希少植物の保全対策を記載した。

### (7) 結果の概要

#### ①柵設置後 1 年目の希少植物の生育状況

柵設置前の調査ではヒカゲミツバ（セリ科）とミヤマアオダモ（モクセイ科）の 2 種を確認して、設置後 1 年目の調査ではこの 2 種に加えてオオヤマサギソウ（ラン科）を柵内で確認した。

ヒカゲミツバは柵内で 45 個体、柵外で 37 個体があり、柵内外ともに前年よりも個体数が増加した。ミヤマアオダモは柵内で 6 個体、柵外で 8 個体あった。柵外では前年よりも増加した。オオヤマサギソウは柵内で 3 個体のみあり、いずれも開花した成熟個体であった。

表 1 希少植物の個体数の変化

種名	2010年		2011年	
	柵内	柵外	柵内	柵外
ヒカゲミツバ	27(26)	26(18)	45(45)	37(35)
ミヤマアオダモ	7(1)	3(0)	6(0)	8(0)
オオヤマサギソウ	0	0	3(3)	0

カッコ内は成熟個体数を示す。

## ②希少植物図鑑の作成

丹沢の希少植物の約 300 種のうち 108 種の写真を掲載して、各種の現状を記載した（図 1）。また、希少植物の保全対策として、シカの採食を防御する柵による希少植物の保護状況と、全国的にも分布と個体数が限られるヤシャイノデとサガミジョウロウホトトギスの研究概要と保全状況について紹介した。本図鑑は最低部数を印刷して県内博物館に配布した。いずれ当センター研究連携課のホームページからダウンロードできるようにする予定である。



図 1 希少植物図鑑の表紙（左上）と裏表紙（右上）、サンプル（下）

### (8) 課題

- ・定期的な追跡調査

### (9) 成果の発表

田村 淳ほか(2011) ニホンジカにより退行した丹沢山地の冷温帯自然林における植生保護柵による希少植物の保護状況と出現に影響する要因の検討. 保全生態学研究 16: 195-203.

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-3 自然環境の統合的な管理技術の開発  
Aa 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業  
－省力的・効果的モニタリング方法の検討－
- (2) 研究期間 平成 22～24 年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 山根 正伸・鈴木 透（酪農学園大学）

### (5) 目的

神奈川県丹沢山地のブナなど落葉広葉樹を主体とする森林生態系は、1990 年代以降、各種の複合要因によりシカが過密化し下層植生の劣化、土壌流出の拡大などが発生し問題化している。神奈川県は 2003 年より生態系劣化を食い止めるためニホンジカ管理事業を刷新し、さらに 2007 年には総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業のさらなる強化を進めている。その結果、森林生態系の復元の兆しは一部の地域で見られる一方、山岳地における過密化の解消や中標高域における森林管理とシカ管理の一体化の必要性等の課題も明らかになってきている。このため、各種事業におけるモニタリングデータなどを活用して、早期に的確な対策実施のための判断材料を開発するとともに、試験段階の植生・土壌などの各種再生復元技術の評価と総合化が求められている。また、シカ過密化の早期解消には、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。

そこで本事業では、効果的・予防的な対策を展開するための総合的なモニタリングデザインについて開発し、これらの成果について様々な情報を共有できる枠組みについても検討した。

### (6) 研究方法

事業や対策の評価・見直しに関するモニタリングは大きく分けるとシカの密度・利用とシカによる影響に 2 つに分けられる。そこでまずこれまで行ってきたモニタリング手法について整理した上で、本年度は人工林施業地のモニタリングデザインについて検討した。さらに、シカと森林に関する様々な情報を共有できる枠組みとして情報共有ポータルサイトを試作した。

### (7) 結果の概要

#### ①モニタリングデザイン

人工林施業地における効率的・省力的なモニタリングデザインを図 1 に示した。すなわち、シカの影響のモニタリングについては、定点連続撮影カメラによる下層植生被度とリター被度の測定、また植生保護柵内外の植生の変化から食害の影響を評価するコントロールフェンス法が有効と考えられた。シカの利用のモ

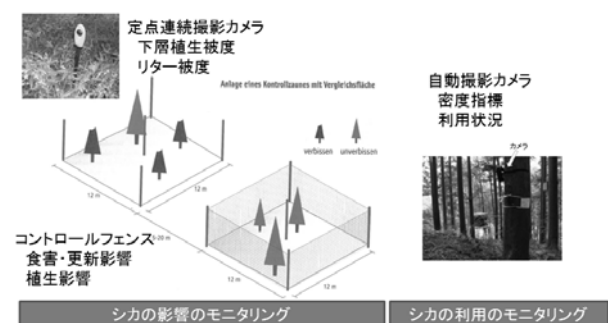


図 1 人工林施業地における  
モニタリングデザイン

ニタリングについては、自動撮影カメラを用いると省力的に密度指標や利用状況を評価できると考えられた。

## ②ポータルサイト

試作したポータルサイトは、4つのコンテンツ（シカ・シカと森林の関係・事例紹介・Best Practice）から構成されている（図2）。Best Practiceとは、本来ある結果を得るのに最も効率的な技法・手法・プロセス・活動などがあるとする考え方であるが、これまで行われている有効な事例や取り組み、技術を集積したものとして位置付けた。コンテンツには、神奈川県における土壌保全対策検討結果等や収集した国内事例や海外事例の翻訳・要約等も取りまとめる予定である。また、各地で開発した技術についても説明・評価した事例も紹介する。



図2 情報共有ポータルサイトの  
トップ画面イメージ

## (8) 成果の発表

山根正伸・鈴木透 (2012)個別技術開発報告、課題2

「鳥獣被害を受けた森林生態系の復元技術の開発」.

Pp81-82. 平成23年度森林環境保全総合対策事業,森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書.

# 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-3 自然環境の統合的な管理技術の開発  
Ab 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業-被害予測手法の検討-
- (2) 研究期間 平成 22～24 年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 山根 正伸・鈴木 透（酪農学園大学）

## (5) 目的

丹沢山地のシカ保護管理など各種事業におけるモニタリングデータなどを活用して、簡易なシカ密度指標および植生影響指標を検討し、その空間分布を推定するハザードマップとして図化する。また、各種情報を共有し適切な対策の選択を可能とする意志決定支援システムの開発を試みる。

## (6) 研究方法

### ①ハザードマップの試作

シカの森林生態系に対する被害は、丹沢山地におけるこれまでの知見、調査からシカ密度やその累積・持続が組見合わされた植生への影響は、植被率や不嗜好性植物、群落高の指標により表わされ、その変化は不可逆的であると考えられた。植生定点モニタリング調査データにおけるシカの累積圧を示す植生劣化度により下層植生・不嗜好性植物の植被率は変化しており、ササの群落高についてもシカ密度が高い個所では群落高が低い傾向を示した。また、シカの影響の程度は植生タイプにより異なっていることも示唆された。

予備的な解析ではあるが以上の結果を踏まえてシカの被害をまとめると、被害は「相対シカ密度」、「累積圧」、「環境の脆弱性」の要因が関係していると考えられたため（図 1）、ハザードマップはそれらの指標を組み合わせて試作した（図 2）。対象地域は丹沢大山地域の東側にあたる東丹沢とし、集計単位は管理ユニットの一つである細地区とした。

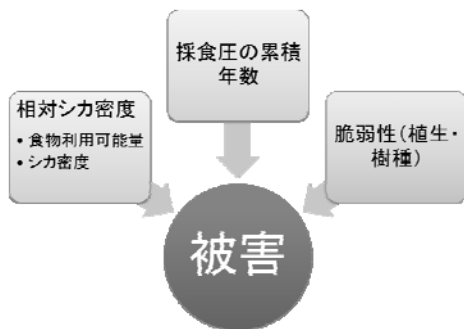


図 1 シカと森林被害との要因関係

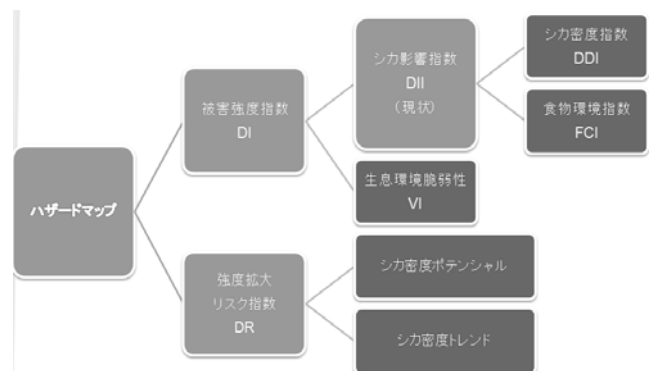


図 2 ハザードマップ作成のフロー

### ②意思決定支援システムの試作

シカと森林に関して早期に的確な事業を実施するためには、シカと森林に関しての様々な情報を共有し、効果的な対策を講じる必要がある。そこでシカと森林に関する情報の共有を目的とした意思決定支援システムを試作した。

## (7) 結果の概要

### ①ハザードマップの試作

試作したハザードマップである被害強度指数 (DI) は相対シカ密度であるシカ影響度指数 (DII) と生息環境脆弱性 (VI) から評価しており、値の高い地域が被害の高いと推定された地域である (図3)。檜丸周辺、丹沢山や堂平周辺等は実際シカの影響による被害が顕著な地域の DI が高い値を示しており、比較的有用なマップであると考えられた。

### ②意思決定支援システムの試作

意思決定支援システムは、GIS ソフトウェア上で利用可能な森林とシカに関する情報を集約した統合型 GIS データベースとデータベースを活用するために GIS ソフトウェアに組み込んだ機能から構成されている。GIS ソフトウェア上で利用できる機能としてニーズがあったのは、シカの保護管理と森林管理に関連する部署からの聞き取りの結果、地図表示機能、台帳出力機能、検索機能の3つであった。地図表示機能とは、指定した単位で自由に表示したいデータを地図として印刷、もしくは画像データとして出力できる機能である (図4)。台帳出力機能とは、森林管理、シカ管理の計画策定や意思決定において基本的情報を集約した台帳を指定した単位で出力する機能である (図5)。検索機能は地図表示機能と台帳出力機能の補助的な機能として GIS データベースの検索が行える機能として実装した。シカ・森林統合型 GIS データベースを用いた意思決定支援システムは、シカと森林に関連する事業を持つ関係者間で集約された情報を理解・共有し、的確な事業計画や対策の選定に役立つツールであると考えられた。

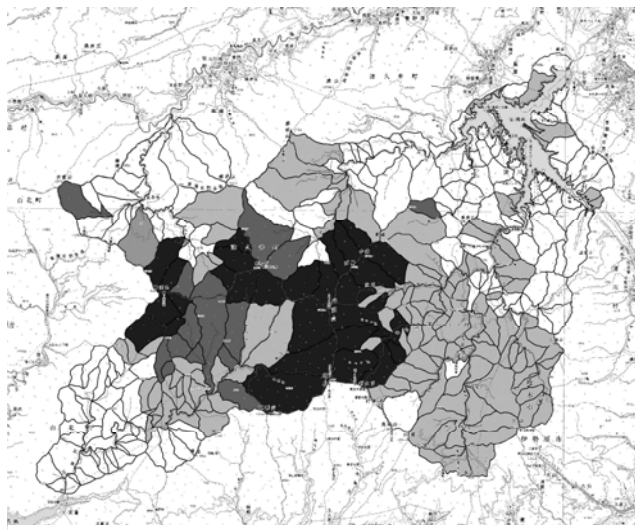


図3 被害強度指数 (DI)

黒：高い値 (被害大)、白：低い値 (被害小)

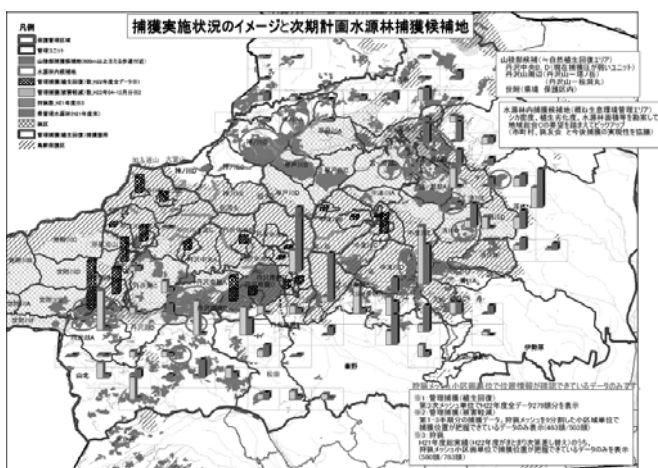


図4 意思決定支援システムの地図出力の例



図5 意思決定支援システムの台帳の例

## (8) 成果の発表

山根正伸・鈴木透 (2012)個別技術開発報告、課題1「新たな鳥獣被害防止技術の開発」. pp13-16.  
平成23年度森林環境保全総合対策事業,森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書.



## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-3 自然環境の統合的な管理技術の開発  
Ac 野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業  
ー植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発ー
- (2) 研究期間 平成 22～24 年度
- (3) 予算区分 外部資金（林野庁公募「ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発」）
- (4) 担当者 山根 正伸・谷脇 徹・鈴木 透（酪農学園大学）

### (5) 目的

神奈川県丹沢山地のブナなど落葉広葉樹を主体とする森林生態系は、1990 年代以降、各種の複合要因によりシカが過密化し下層植生の劣化、土壌流出の拡大などが発生し問題化している。神奈川県は 2003 年より生態系劣化を食い止めるためニホンジカ管理事業を刷新し、さらに 2007 年には総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業のさらなる強化を進めている。その結果、森林生態系の復元の兆しは一部の地域で見られる一方、山岳地における過密化の解消や中標高域における森林管理とシカ管理の一体化の必要性等の課題も明らかになってきている。このため、各種事業におけるモニタリングデータなどを活用して、早期に的確な対策実施のための判断材料を開発するとともに、試験段階の植生・土壌などの各種再生復元技術の評価と総合化が求められている。また、シカ過密化の早期解消には、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。

そこで本事業では、神奈川県の丹沢山地において、シカの森林生態系被害に対する総合対策技術の開発を目的として、山岳地における植生保護柵を用いた効率的なシカ捕獲技術の開発を行った。

### (6) 研究方法

#### ①シカの行動調査

効率的な捕獲はシカの行動パターンが明らかなことが前提となる。そこで、保護柵を用いた捕獲試験地である丹沢山周辺において自動撮影カメラを用いてシカの出没時間を調査した。あわせて、シカに GPS 発信機をついた首輪を装着する GPS テレメトリー法により行動圏を調査した。

#### ②保護柵を用いた捕獲試験

山岳地におけるシカの捕獲は狩猟や行政主体の捕獲（管理捕獲）等が行われているが、アクセスが悪く大規模な施設による捕獲が難しい山岳地においては捕獲が十分に行われていない。そこで山岳地におけるシカの生息状況や行動を把握し、シカを効率的に捕獲するための技術としてすでに設置されている植生保護柵を活用した捕獲手法の開発を行った。

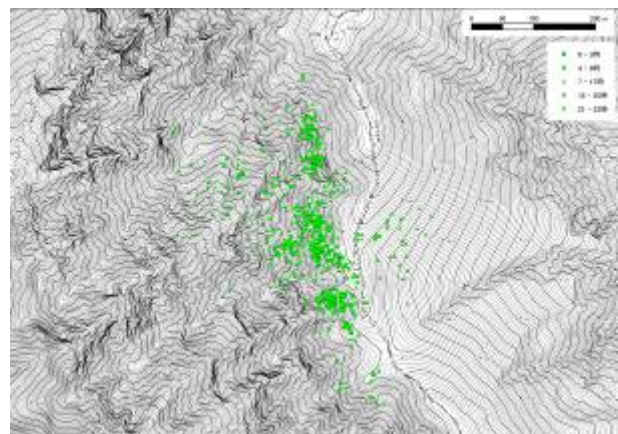


図 1 GPS 発信機により得られた利用地点



## (7) 結果の概要

### ①シカの行動調査

丹沢山周辺において自動撮影カメラを用いて生息状況を把握した結果、高密度でシカが生息しており、夜間と日の出・日の入り前後の時間帯に比較的活発に活動していることが明らかになった。また GPS テレメトリー法により行動追跡した結果、比較的急斜面の個所を利用しており、登山道周辺はあまり利用しておらず、管理捕獲や登山者といった人為的な影響がシカの行動に影響していることが示唆された(図 1)。

### ②保護柵を用いた捕獲試験

以上の山岳地におけるシカの生息状況及び行動特性を踏まえて、植生保護柵を用いた効率的なシカの捕獲技術の開発を行った。植生保護柵を改良し、柵内をビデオで遠隔地から監視し、シカが集まってきたところで扉を閉鎖することでシカを囲い込み、捕獲するワナ(図 2)を試作した。監視システムを含めたワナ柵の構造検討、現地設置、自動閉鎖扉の動作実験、さらにシカのワナへの反応を調査するための開放実験を行った。その結果、植生保護柵を利用することで、非常にワナの設置が低コスト、省力化でき、多くの植生保護柵を作られている丹沢山地の山岳地では有用な方法であると考えられた。また、開放実験の結果、誘因物(ヘイキューブ)の用いた場合、12月から2月においてシカがワナへ容易に誘導されることが確認され(図 3)、捕殺方法やワナの耐久性などの課題は残すが、植生保護柵を利用したワナはシカを効率的に誘導できることが明らかになった。



図 2 植生保護柵を利用したワナ



図 3 ワナへ進入したシカ

## (8) 成果の発表

山根正伸・鈴木透(2012)個別技術開発報告、課題3「効果的な捕獲技術の開発」、pp123-129. 平成23年度森林環境保全総合対策事業、森林被害対策事業、野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書。

## 1 丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究開発

- (1) 課題名 1-3 自然環境の統合的な管理技術の開発  
B 外来植物の管理と在来種による緑化技術の開発
- (2) 研究期間 平成 20～23 年度
- (3) 予算区分 県単（林道改良事業費）
- (4) 担当者 田村 淳

### (5) 目的

これまで、治山林道などの法面緑化工事において早期緑化を目的にシナダレスズメガヤ（ウィーピンググラブグラス）などの外来の緑化植物の導入が図られてきた。その結果、緑化の目的は達成されたものの、在来の植物が進出しにくい事例や、緑化植物が二次伝播して在来種の生育環境を脅かす事例が報告されるようになってきた。また、在来種として導入された植物も、他地域産の種子や苗木が導入され、自生地の遺伝子の攪乱がおきることがわかってきた。そのため、地域の生物多様性の保全のためには、遺伝子の攪乱を防ぐために自生地の在来植物による緑化手法を開発する必要がある。

そこで、平成 23 年度は、足柄上管内と西湘管内の県営林道で 21 年度に調査した場所を追跡調査するとともに、22 年度に試験施工した表丹沢林道の 1 年目の緑化状況を調査した。また、これまでの結果と既往報告をとりまとめ、『神奈川県林道のり面の生物多様性緑化指針（案）』を作成した。なお、現地調査については（株）森林管理と（株）野生動物保護管理事務所に委託した。

### (6) 研究方法

#### 1) 追跡調査

##### ①調査地

調査地は、丹沢山地の南部の 5 路線と箱根火山の 3 路線とした（表 1）。

##### ②調査方法

各路線において斜面方位、傾斜（°）、緯度・経度、標高、林道の上部和下部の林相を記録して、次に各調査枠（簡易法枠は 1m<sup>2</sup>、他は 4m<sup>2</sup>）で、全体の植被率（%）、群落高（m）、出現種の被度・群度を記録した。これらのデータを過年度の結果をまとめて解析して、以下の結果に示した。

#### 2) 試験施工区の調査

##### ①調査地

秦野市内の表丹沢林道の平成 22 年度法面緑化工事箇所 2 箇所を調査地とした。全長 111.5m 区間の東向き法面（法面 A）と全長 50.3m の西向き法面（法面 B）である。

##### ②調査方法

調査対象法面 A、B をそれぞれ従来区と牧草区、在来種区、無種子区の 4 試験区に分けた。従来区は牧草 4 種（ケンタッキー 31 フェスクとオーチャードグラス、バミューダグラス、ケンタッキーブルーグラス）と在来種 4 種（イタドリ、ススキ、メドハギ、ヤマハギ）を用いる試験区である。牧草区はケンタッキー 31 フェスクなど 4 種を用いる試験区、在来種区はイタドリなど 4 種を用いる試験区である。無種子区は、種子を入れない試験区である。各施工区でコドラート（2m×2m）を設置した。法面 A では 12 箇所ずつの計 48 箇所、法面 B では 8 箇所ずつの計 32 箇所、合計 80 箇所を設置した。調査は、各コドラートにおいて、斜面方位、傾斜（°）、標高、全体の植被率（%）、群落高（m）、出現種の被度・群度を記録した。その他、調査枠の上部と下部の林相を記録するとともに、施工区の全景写真と調査枠の詳細写真を撮影した。また、施工区の境界で緯度・経度（東京測地系）を記録した。各調査枠で斜面方

位、傾斜（°）、全体の植被率（%）、出現種とその被度・群度を記録した。

表1 これまでの調査箇所一覧

管轄	路線	工種	試験地数	調査枠数計	枠の大きさ	H20調査	H21調査	H22調査	H23調査
足柄上地域県政総合センター	八丁神縄林道	簡易法枠工	1	10	1m <sup>2</sup>	○	●		●
	八丁神縄林道	特殊モルタル工	1	10	4m <sup>2</sup>		●		●
	八丁神縄林道(自然)	自然法面	1	5	4m <sup>2</sup>		●		●
	熊山林道	厚層基材吹付工	1	15	4m <sup>2</sup>	○	●		●
	熊山林道(自然)	種子吹付	1	5	4m <sup>2</sup>		●		●
	虫沢林道	簡易法枠工	1	10	1m <sup>2</sup>	○	●		●
	虫沢林道	特殊モルタル工	1	10	4m <sup>2</sup>		●		●
	虫沢林道(自然)	切取面	1	10	4m <sup>2</sup>		●		●
	秦野峠林道	簡易法枠工	1	15	1m <sup>2</sup>	○	●		●
	秦野峠林道	特殊モルタル工	1	10	4m <sup>2</sup>		●		●
西湘地域県政総合センター	塔ノ峰林道	種子吹付工	3	30	4m <sup>2</sup>	○	●		●
	白銀林道	特殊モルタル工、厚層基材吹付工、植生マット工	5	50	4m <sup>2</sup>	○	●		●
	白銀林道(自然)	特殊モルタル、切土	2	20	4m <sup>2</sup>		●		●
自然環境保全センター	宮城野林道	種子吹付工	5	50	4m <sup>2</sup>	○	●		●
	宮城野林道(自然)	種子吹付工	1	10	4m <sup>2</sup>		●		●
湘南地域県政総合センター	表丹沢林道(試験施工)	種子配合をかえた4タイプの試験	2	80	4m <sup>2</sup>			●	●
湘南地域県政総合センター	表丹沢林道		5	50	4m <sup>2</sup>	○	●		●
	日向林道	種子吹付	3	30	4m <sup>2</sup>	○		●	
	唐沢林道	切取面4m <sup>2</sup>	2	10	4m <sup>2</sup>	○		●	
県央地域県政総合センター	唐沢林道	簡易法枠1m <sup>2</sup>	3	16	1m <sup>2</sup>	○		●	
	唐沢林道	自然法面(4m <sup>2</sup> )	1	5	4m <sup>2</sup>	○		●	
	熊谷沢	切取面4m <sup>2</sup>	1	5	4m <sup>2</sup>	○		●	
	熊谷沢	簡易法枠1m <sup>2</sup>	2	10	1m <sup>2</sup>	○		●	
	半原中央	簡易法枠1m <sup>2</sup>	3	15	1m <sup>2</sup>			●	
	塩水林道	特モル吹付4m <sup>2</sup>	5	50	4m <sup>2</sup>	●			
	神ノ川林道	簡易法枠1m <sup>2</sup>	4	25	1m <sup>2</sup>	○		●	
	神ノ川林道	特モル吹付4m <sup>2</sup>	2	20	4m <sup>2</sup>	-		●	
	神ノ川林道	自然法面(4m <sup>2</sup> )	6	37	4m <sup>2</sup>			●	
	早戸川林道	特モル吹付4m <sup>2</sup>	3	15	4m <sup>2</sup>	-		●	
早戸川林道	自然法面(4m <sup>2</sup> )	2	10	4m <sup>2</sup>			●		
合計		14	70	638					

※（自然）は施工履歴のない自然ののり面か時間が経過して自然ののり面と同等と判断したのり面である。○は落葉期の調査、●は植物成長期の調査である。

## (7) 結果の概要

### 1) 追跡調査

4年分のデータのうち施工履歴の明らかなものを解析した結果、種子吹付工と特殊モルタル吹付工では3年程度で吹付種の優占度が30%程度に低下することがわかった（図1）。一方で法枠工では吹付種の優占度は3年経過しても70%を越えていた（図1）。群落高については種子吹付工と特殊モルタル吹付工では5年で1.5~2m程度に達していた。種組成の解析からは、吹付種は施工後数年間にわたり優占していたが、時間の経過につれて、吹付種の優占する群落から在来種の優占する群落になると考えられた。これらは低木林型のコアカソ群落やウツギ群落、タマアジサイ群落に遷移しているところが多かった。これら優占種は場所により1年目から侵入していた。特殊モルタル吹付工では、種子を入れなくても初年度から在来種の優占群落になる場合もあった。そのため、特殊モルタル吹付工は、下記の指針で紹介した4工法の次善策となりうる可能性がある。

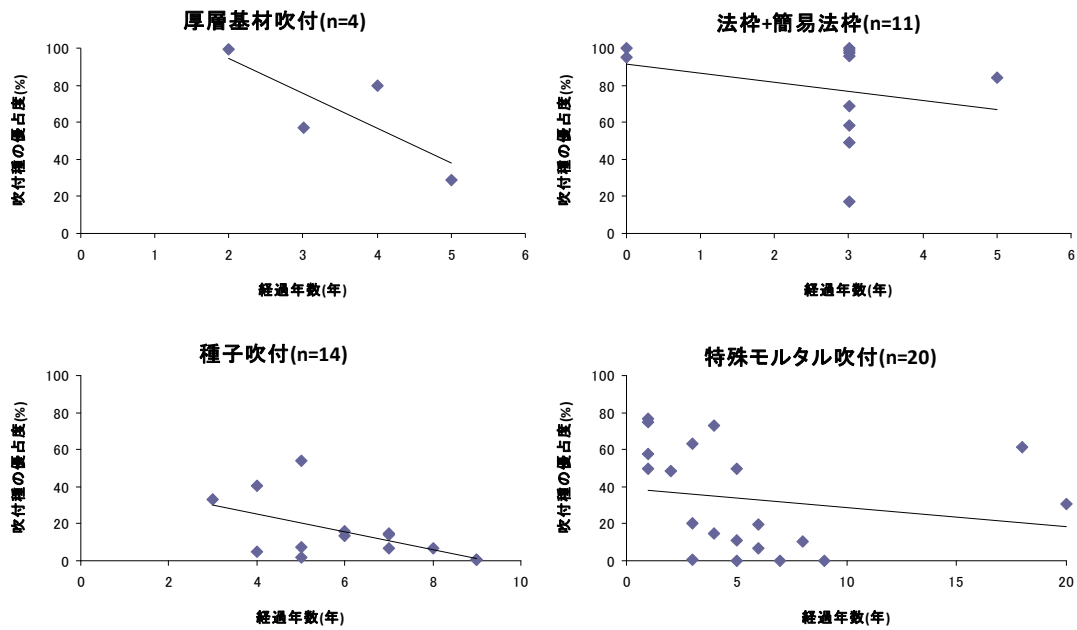


図1 工法ごとの施工後の吹付種の優占度の変化

## 2) 試験施工区の調査

緑化で用いられたケンタッキー31 フェスクとバミューダグラスの出現頻度と被度は従来区と牧草区で高く植被率も40%を上回っており、これらの牧草が播種されている工区は初期から植被率が高かった。自生のニシキウツギとコアカソ、モミジイチゴ、ヘクソカズラ、ヤクシソウはほとんどの施工区で出現した。のり面Aの無種子区では平均植被率は52%であり、施工後1年目から植被が高かった(写真1)。



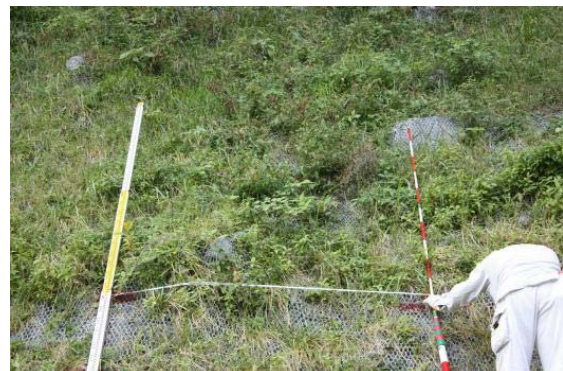
①種子なし区 (A-4)



②在来種4種混合区 (A-3)



③外来牧草4種混合区 (A-2)



④外来・在来8種混合区 (A-1)

写真1 試験施工した4パターンののり面の1年目の状況



種組成の観点からみると、裸地に成立する1年生草本群落ではなく、ある程度遷移の進んだ群落であると判断した。この要因として、施工前ののり面に植物体（株や根茎、種子）が残存していた可能性があげられる。

### 3) 指針の作成

これまでに調査した林道15路線（表1）の結果をとりまとめる過程で、今後の林道のり面の緑化指針とするために『神奈川県林道のり面緑化指針（案）』を作成した。最初に外来生物法の概要を紹介して、緑化植物の取り扱いを記述した。次に外来生物の問題点を本県の実情を例に記述した。最後に生物多様性に配慮した緑化工法として、日本緑化工学会から提案されている森林表土利用工と自然侵入促進工を紹介した。また、多様性に配慮した工法として各地で試みられている地域性種苗の植栽工と施工地周辺の種子の播種工も紹介した。なお、委託結果をとりまとめた報告書は別途作成した。



図2 指針（案）の表紙と目次

### (8) 課題

指針（案）については、県庁森林土木担当者や現場技術者とともに森林土木事業のなかでの位置づけを議論する過程で修正、策定していく予定である。

### (9) 成果の発表

神奈川県自然環境保全センター（2012）『神奈川県林道のり面の生物多様性緑化指針（案）』

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
A 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
—対照流域法等によるモニタリング調査 総括—
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・石田孝英

### (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、その中でも森林におけ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

対照流域法等による森林のモニタリング調査は、当初5か年計画で県内の水源の森林エリアの4地域（宮ヶ瀬湖上流、丹沢湖上流、津久井湖上流、酒匂川上流）に対照流域試験地を順次設定する計画となっている。5か年計画の最終年度となる平成23年度は、すでに試験地設定の済んでいる大洞沢（宮ヶ瀬湖上流）、貝沢（相模湖支流）、ヌタノ沢（丹沢湖上流）で事前モニタリングを実施し、フチヂリ沢（狩川上流）で観測施設を新設した。

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、観測施設整備、モニタリング調査、水循環モデル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、平成24年1月19日に実務レベルの検討会議を開催した。

#### ② 研究分野別の部会の開催

プロジェクト全体の進捗に伴って、専門分野ごとの研究ベースの議論も必要となってきたため、特に水・土砂分野について、平成23年9月13日に部会を開催した。

#### ③ 研究成果評価部会の開催

当プロジェクトの中の水循環モデルの構築と予測解析の取り組みについて、外部評価委員により研究中間成果を評価する部会を平成24年3月15日に開催した。

### (7) 結果の概要

#### ① 対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

名称：第12回対照流域モニタリング調査会検討会議

日時：平成24年1月19日（木）13：30～16：30

場所：TKP横浜駅西口ビジネスセンター

議題 1) 対照流域モニタリングの進捗状況について

2) 平成24年度以降の対照流域モニタリングの実施について

主な意見

- ・直接流出率の評価は、大洞沢も貝沢も同じようにできるだろう。貝沢と大洞沢を比べて貝沢で手薄なのが地下の流出経路の部分。流出率で比較できるかもしれないが。
- ・貝沢の尾根の雨量データの精度がよくない。周辺の木を伐採する必要がある。
- ・作業の第一段階としては、資料1参考にあるような既存資料の情報（俯瞰的な情報）について横並びで取りまとめて、その結果に基づいて個別流域ごとの比較では。
- ・比較的簡単に比較できるのは濁度ではないか。

- ・大洞沢の柵の設置は、プラスに作用、一方貝沢の間伐などは必ずしも施業直後のかく乱など必ずしもプラスばかりではない。
- ・貝沢の整備内容は、現段階で列状間伐と搬出の予定だが、今後さらに操作の具体的な内容とモニタリングのシナリオを詰めていく必要がある。
- ・貝沢は、コストが高くても丁寧に整備と搬出を行い、その効果（かく乱が最低限になる）をみるのがよいのでは。
- ・大洞沢のシカ密度のデータは。（シカ管理の調査とは別に、大洞沢でカメラ推定するか。）
- ・冬季の流域内糞の分布や、流域内のけもの道の分布など。GISにおとせば柵設置後にもともあったけもの道沿いから植生が回復していく？などわかるのでは。
- ・浸透能はすぐにはでない。
- ・土壌の団粒構造は裸地化していたところではすぐに変わる
- ・陸域の土壌動物について、溪畔域に影響しそうなところはやったほうがよいのでは。大まかな種数をみればよい。

## ② 研究分野別の部会の開催

名称：対照流域モニタリング調査会 水土砂調査打ち合わせ

日時：平成23年9月13日（火）13：30～16：30

場所：神奈川県横浜西合同庁舎

議題 1) 宮ヶ瀬湖上流の対照流域試験の実施について

2) 貝沢の対照流域試験の実施について

### 主な議論

○最終的に一般県民向けに調査結果を説明することを考えると、対照流域試験地を含めたダム湖上流の広域の視点も必要ではないか。

・宮ヶ瀬湖上流のスケールでは、シカの影響の分布情報や分布の変遷、ダム湖の堆砂量の推移・ダム堆砂の粒径と上流の調査結果との関連づけなど。

・宮ヶ瀬ダムの堆砂量は、三保ダムよりさらに多く、流域源頭部で土砂生産が盛んな北アルプスに迫るレベルである。しかし、北アルプスの源頭部のような大規模な生産源がないので、どこからでているのか、河床堆積物なのかなどが、今のところ不明である。

○浮遊土砂の発生源評価にあたり、たまたま土壌のセシウムを測定していた。原発影響との関連については、どう整理するか。もっとも、ここで測定したセシウム濃度は、試料採取方法や分析方法の相違から、原発影響の評価には全く使えない可能性もある。（要確認）

・原発事故前のセシウム測定結果があるのは、大変貴重ではないか。水源環境のモニタリングを実施していたからこそ、このようなデータがある。この対照流域モニタリングの取り組みは、自然環境を広く総合的にモニタリングするという観点からも評価できるのではないか。

・一方、原発影響の評価とは切り離しても、対照流域モニタリングの中で、新たに降下したセシウムをトレーサーに用いて、プロセススタディとして使える可能性もあるのでは。これをシグナルとして、プロセスの一部を切り出すことが可能かどうか。

○来年の貝沢の対照流域試験における整備については、水や土砂に特に影響するいくつかの点について、実現可能性の観点から検討、調整する必要もある。

・多少コストがかかっても自然環境へのインパクトが最小限となるようなきめ細かい整備を行って検証するというのが、最もよさそうか。

・整備の中身では、間伐方法（列状など）、材を出すかどうか、出すなら搬出方法、枝葉をもちだすかどうか、現地に残すならどう置くか、溪流沿いの扱いをどうするか、といったことがインパクトに左右する。事業部門のほうとして、現実的に材をだすのかどうかなど、どう考えているのか。

○その他

・鈴木教授より話題提供。昨年台風9号、今年6号と、近年山北での豪雨が多い。アメ

ダス丹沢湖の雨量データを用いて、47災、昨年台風、今年台風等のときの降った雨の土層への貯留量及び流出量についてタンクモデルにより算出して比較した。その結果、昨年の台風9号での土壌雨量指数や流出量が最も大きかった。

③ 研究成果評価部会の開催

名称：平成23年度農林水産技術会議研究成果評価部会

日時：平成24年3月15日（木）10：00～12：00

場所：神奈川県厚木合同庁舎 分庁舎

評価委員：

木平勇吉 東京農工大学名誉教授

堀田紀文 筑波大学大学院生命環境科学研究科 准教授

服部俊明 神奈川県森林組合連合会 専務理事

開催結果：対照流域法による現地のモニタリングとモデルによる解析を組み合わせて実施することについては、良い評価であった。今後の取り組みに関しては、長期的な視点での実施体制などの整備や現場の課題の変化に対応できるような汎用性の確保などの意見がだされた。構築したモデルに関しては、現在の地下構造の透水係数などによる条件設定以外の視点も加えて複数の視点でモデルの検証ができるとよい、また、モデル解析により何でも分かるというのかえって疑念がわくのでアウトプットを絞りこんだほうがよい、といった意見が出された。

(8) 課題

・研究プロジェクトのテーマが大きく総合的な調査であるため、研究業務の内容も多岐に渡る。また、長期的にデータを蓄積していくことで水源環境の保全・再生により有用な知見が得られる取組みである。このため、県内4か所に設定した試験地において今後着実なモニタリングを推進していくためには、安定的に大学等の研究機関との外部連携を継続できる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る。このため、今後は、事業部門と研究部門のより一層の連携が必要である。

(9) 成果の発表

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 (2007)	H20 (2008)	H21 (2009)	H22 (2010)	H23 (2011)	H24～28 (2012～2016)	H29～33 (2017～2021)	H34～38 (2022～2026)
施策スケジュール	実行5か年計画					第二次 5か年計画	第三次 5か年計画	第四次 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					モニタリング継続	モニタリング継続	モニタリング継続
宮ヶ瀬ダム上流域 (大洞沢)	・既存観測の継続 ・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・既存観測の継続 ・施設設置	・事前モニタリング (既存・新規項目)	・事前モニタリング	・事前モニタリング ・整備実施	・事後モニタリング	・事後モニタリング	・事後モニタリング
津久井ダム上流域 (貝沢)	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・事前モニタリング	・事前モニタリング	・事前モニタリング ・整備実施(H24) ・事後モニタリング	・事後モニタリング	・事後モニタリング
三保ダム上流域 (箇所未定)	—	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・事前モニタリング	・事前モニタリング ・整備実施(H25) ・事後モニタリング	・事後モニタリング	・事後モニタリング
酒匂川上流域 (箇所未定)	—	—	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・事前モニタリング ・整備実施(H26) ・事後モニタリング	・事後モニタリング	・事後モニタリング
成果	年度の成果	年度の成果	年度の成果 中間取りまとめ 開始	中間取りまとめ	5か年の成果	5年後の結果	10年後の結果	15年後の結果





宮ヶ瀬湖上流（大洞沢流域）：H20 施設整備  
シカ管理と森林管理の効果を検証する。

津久井湖上流（貝沢流域）：H21 施設整備  
水源の森林整備の効果を検証する。

丹沢湖上流（ヌタノ沢）：H22 施設整備  
シカ管理と広葉樹整備の効果を検証する。

酒匂川上流（フチヅリ沢）：H23 施設整備  
他の試験流域との比較対象として地域特性を把握する。

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 23 年度）

区分	氏名	所属 役職
専門委員	石川芳治（座長）	東京農工大学大学院共生科学技術研究部 教授 【水・土調査】
	白木克繁	東京農工大学大学院共生科学技術研究部 講師 【水・土調査、小流域水流出モデル】
	戸田浩人	東京農工大学大学院共生科学技術研究部 准教授 【物質循環調査】
	五味高志	東京農工大学 国際環境農学専攻 准教授 【土砂・土壌流出】
	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】
	小田智基	東京大学大学院 農学生命科学研究科 研究員 【水収支調査】
	堀田紀文	筑波大学大学院生命環境科学研究科 准教授
	吉武佐紀子	元湘南短期大学教授 【藻類調査】
	石綿進一	神奈川工科大学 客員研究員 【水生生物調査】
	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	
	環境農政局水・緑部 自然環境保全課、水源環境保全課、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	
事務局	足柄上地域県政総合センター森林部	
	自然環境保全センター森林再生部、研究企画部	
	自然環境保全センター 研究企画部研究連携課	

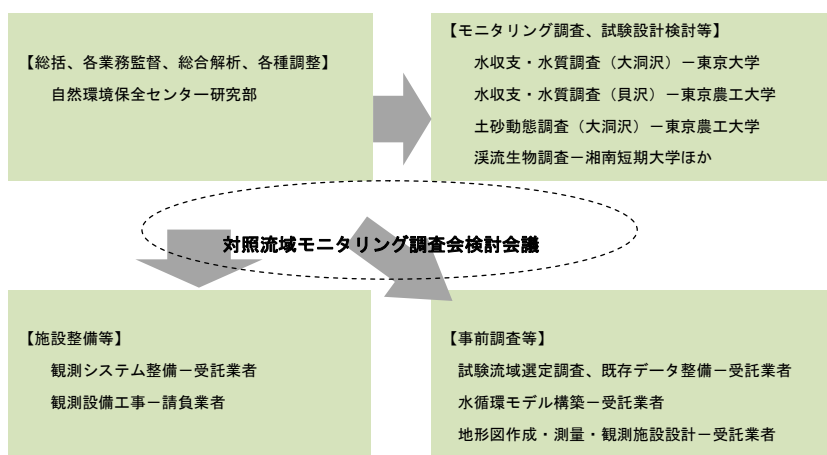


図 2 平成 23 実施体制

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
 Aa 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
 対照流域法等によるモニタリング調査－観測施設整備・維持管理－
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 内山佳美

### (5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づいて、対照流域法等による森林のモニタリング調査を実施するために、新たに試験流域として設定した箇所に気象・水文観測システムを整備するとともに、前年度までに整備した他の試験流域の観測施設の維持管理を行う。平成23年度は、南足柄市苅野（フチヂリ沢）において、すでに検討したモニタリング実施計画に基づいて、気象・水文観測施設と自動観測システムを整備することによりデータの取得を開始する。また、東丹沢の大洞沢試験地、相模湖の貝沢試験地、西丹沢のヌタノ沢試験地において、観測施設及びシステムの維持管理を行う。

### (6) 研究方法

既存の試験地の観測施設・システムの維持管理では、台風による量水堰への流入土砂の浚渫工事や観測施設の改良等を行った。

#### ① 気象・水文観測施設の整備

平成22年度に検討したフチヂリ沢のモニタリング実施方針に基づき、観測施設を整備した。観測施設及びシステムの詳細設計及び整備は、プロポーザルによる公募をおこない、いであ（株）が受託して実施した。整備にあたっての保安林、自然環境保全地域、県水源林の使用にかかる諸手続き、森林所有者の土地使用承諾など必要な許認可等手続きは研究連携課が行った。

#### ② 既存の観測施設の維持管理と改良

大洞沢、貝沢、ヌタノ沢の現地の各観測施設やデータ回収システムについて、維持管理・改良を行った。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成23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	5/20	3/26	神奈川県森林組合連合会
	観測システムの改良	12/14	2/29	(株)フィールドプロ
	NO1量水堰の浚渫工事(台風6号対応)	8/19	9/20	(有)落合組
	NO1量水堰の浚渫工事(台風15号対応)	10/17	11/21	(有)落合組
貝沢	雨量観測地点の追加	6/10	9/15	(株)ウイジン
	NO3量水堰の漏水対策工事	6/3	6/30	(有)榎本工業
	機器の修繕、調整(台風6号対応)	8/4	8/31	(株)ウイジン
	NO2気象観測地点周辺の環境改善	2/23	3/30	神奈川県森林組合連合会
ヌタノ沢	観測施設・システムの定期点検・保守	5/20	3/26	(株)ウイジン
	A沢量水堰の浚渫工事(台風6号対応)	8/3	8/9	(株)加藤工務店
	A沢量水堰の浚渫工事(台風15号対応)	10/11	10/31	(株)加藤工務店
フチヂリ沢	観測システムの詳細設計と整備、モニタリング仕様検討	1/31	3/26	いであ(株)
データ管理	各箇所から回収したデータの自動DB化システム整備	5/30	1/31	(有)ネブス

### (7) 結果の概要

#### ① 気象・水文観測施設の整備

フチヂリ沢流域及び隣接するクラミ沢流域の足柄林道より上流域を試験流域とし、両溪流が足柄林道と交差する付近にそれぞれ水文観測地点を設けた。クラミ沢は、林道の暗闇橋より数十m下流の既設の堰堤の放水路上流側、フチヂリ沢は、林道の橋より数m下流の岩盤露出地点とした。また、気象観測地点は、両流域の標高の最高点となる尾根付近に設けた。

フチヂリ沢は、電線と通信線のいずれも既存の施設がないため、電源と通信手段を独自に確保する必要がある。そこで、携帯電話による通信が可能な気象観測地点では、携帯電話によるデータ回収システムとし、主にソーラーパネルを用いた電源供給システムとした。各水文観測地点では、無

線による通信が不安定のため、2か月に1回程度データ回収をするシステムとし、ソーラーパネルと大型バッテリーによる電源供給システムとした。

観測項目と観測仕様は、他の3つの試験地と同様としたが、電源供給量に限度があるため、雨量計はヒーターなしとなった。また、ネットワークカメラは配備していない。

(詳細は、委託報告書を参照)

#### ○観測概要

- ・流域面積 フチヂリ沢 42.25ha クラミ沢 33.83ha
- ・気象観測 1地点 (気温、雨量、風向風速、日射量、各10分おき計測)
- ・水文観測 2地点 (水位、水温、濁度、各10分おき計測)

#### (8) 課題

- ・夏～秋季の洪水時の状況など年間を通してシステムの稼動状況を確認する必要がある。
- ・水位データを流量に換算するために、観測システムによるデータ取得と合わせて、流量の実測を行い、HQ式を算定する必要がある。

#### (9) 成果の発表

なし



気象観測

#### 【フチヂリ沢観測概要】

フチヂリ沢 42.3ha、クラミ沢 33.8ha

- 気象観測 1地点  
(気温、雨量、風向風速、日射量)
- 水文観測 2地点  
(水位、水温、濁度)

図1 フチヂリ沢における観測施設設置状況

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
Ab 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
対照流域法等によるモニタリング調査—事前モニタリング(大洞沢)—
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単(特別会計 森林環境調査費)、公共(保安林改良事務費)
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・石田孝英

### (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、宮ヶ瀬湖上流大洞沢において事前のモニタリングを行った。

### (6) 研究方法

森林整備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(大洞沢流域)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事前モニタリングを平成22年度から継続して実施した。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、N01量水堰において台風6号、15号により流出した土砂量測定、過去の空中写真による大洞沢流域全体の履歴調査を補完的に実施した。さらに、1～3月にかけて、流域3において対照流域試験における森林操作として植生保護柵の設置を行った。以下項目の③は神奈川県森林組合連合会、④は日本工営(株)、⑤は(有)落合組が請負い実施した。(詳細は、各委託報告書、出来形書類等参照)

#### 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No1(48ha)、No3(7ha)、No4(5ha)の3流域を対象とし、降水量、流量、樹冠遮断量、樹液流量を観測により計測した。また流域から地下深部への損失量(深部浸透量)を把握するためにCIの物質収支を用いた深部浸透量の推定を行った。さらに、得られたデータから、水収支、流況曲線、直接流出量等の解析を行い、大洞沢の流出特性について検討した。

##### b. 水質形成機構

降水、林内雨、渓流水、土壌水、地下水の水質観測を行い、水質形成の特性を検討した。

#### ② 大洞沢における土砂流出動態

##### a. 斜面の土壌侵食と生産土砂の起源推定

セシウム137(Cs-137)や過剰鉛210(Pb-210ex)などの放射性核種を用いて、流域における土砂生産源を特定するとともに、流出土砂量における斜面生産源土砂の寄与率を推定した。

##### b. 流域の土砂移動量の観測

堰堤での掃流土砂の観測を継続的に行ったところ、本年は、3回の台風があり、それぞれの降雨イベントにおいて、NO3及びNO4堰堤内に堆積した土砂を計測した。

##### c. 斜面土砂生産量の観測

既設の斜面プロットにおいて土砂生産量を測定した。また、林床被覆状態の変化を把握するために、インターバルカメラを用いて林床の状態を撮影した。

##### d. 流域の湧水分布観測と土砂移動や地形的特徴

山地流域における流路網構造について、湧水点の地形要素(標高、集水面積、勾配)、流量、水質などの情報を組み合わせ把握するするとともに、小流域スケール(流域3、4)での湧水流出について水温、流量、地形要素から把握し、流出メカニズムを解明した。

#### ③ N01量水堰における流出土砂測定



平成 23 年 7 月 19 日の台風 6 号及び 9 月 22 日の台風 15 号の影響で、N01 量水堰に流入した土砂の浚渫工事に先立ち、流出土砂量の測定、流出土砂のサンプリングと粒度分析を行った。

④ 流域内の履歴調査

大洞沢流域全体について、空中写真等の既存資料を用いて、過去からの流域の履歴を把握するための資料を整備した。

⑤ N03流域における植生保護柵の設置

これまでの調査結果や検討会議での検討を元に決定した流域 3 における森林操作として、集水域を囲む植生保護柵を設置した。設置工事は、通常降水量の少なくなる冬季に実施した。

(7) 結果の概要

大洞沢では、No1、No3、No4の3流域の年間水収支、水流出特性、また、No3、No4の2流域の土砂生産源と掃流土砂・浮遊土砂の流出特性が概ね明らかになり、平成23年度の整備に先立つ事前モニタリングの目的を達成しつつある。

平成23年度実施結果のうち、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

2010 年の水収支は、2010 年と傾向は大きく変わらなかった。(2010 年の水収支は、降水量は 3000mm であり、それに対して流量は No1 が 2300 mm、No3 が 1840 mm、No4 が 3800mm であった。2011 年は降水量が 3030 mm に対して No1、No3、No4 流域の流量がそれぞれ 2390, 1800, 3300 mm であった。) CI 収支による深部浸透量推定結果から、深部浸透量は -1400mm から 700mm と大きな差が見られ、降水量から流量、深部浸透量を差し引いた蒸発散量は、600mm から 900mm であった。岩盤深部を浸透し、流域外に流出または流入する流量が蒸発散量に比べ明らかに流域間差が大きく、流域の水収支や流出特性に対して岩盤深部を流動する地下水の影響が大きいことが分かった。

渓流水中の NO<sub>3</sub> 濃度は 1 年を通して 30~50 μmol/l と高濃度であり、大きな季節変化は見られなかった。降水中の NO<sub>3</sub> 濃度は 20~30 μmol/l であり、土壌中では NO<sub>3</sub> が 100~200 μmol/l 程度にまで上昇し、地下水では植物による吸収などの影響で 0~40 μmol/l に濃度低下した。また、地下水は場所による違いが大きく、NO<sub>3</sub> 濃度がほとんど検出されない場所や渓流水と同様の濃度を示す場所があった。地下水帯の一部で脱窒が起こっている可能性が考えられ、N 循環に脱窒の影響が無視できないと考えられる。大洞沢流域内での水の浸透過程での NO<sub>3</sub> 濃度の変動が明らかになり、土壌中の NO<sub>3</sub> の蓄積、または無機化、硝化速度が大きく、流域内で消費しきれない NO<sub>3</sub> が渓流水に多く流出していることが分かった。

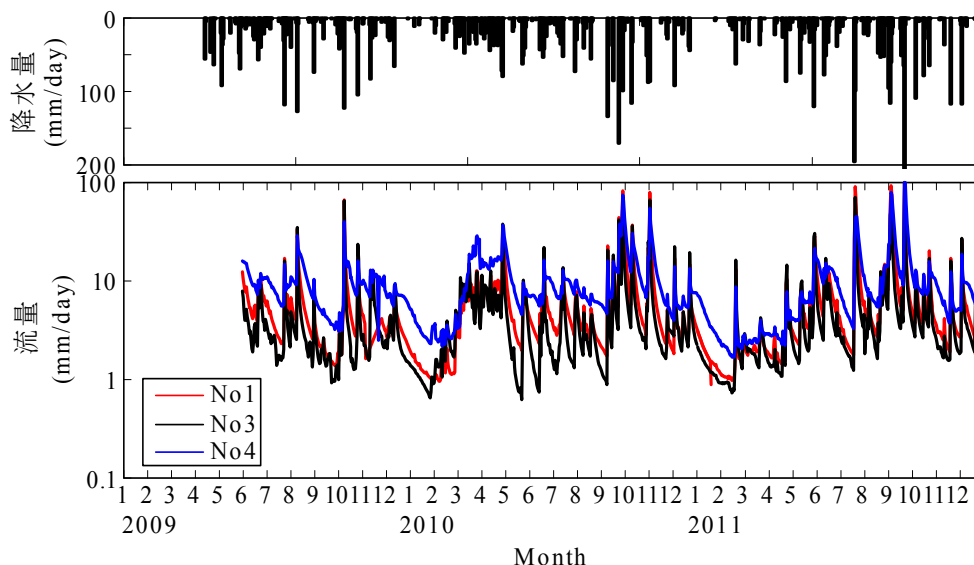


図 1 大洞沢における 2009 年から 2011 年のハイドログラフ

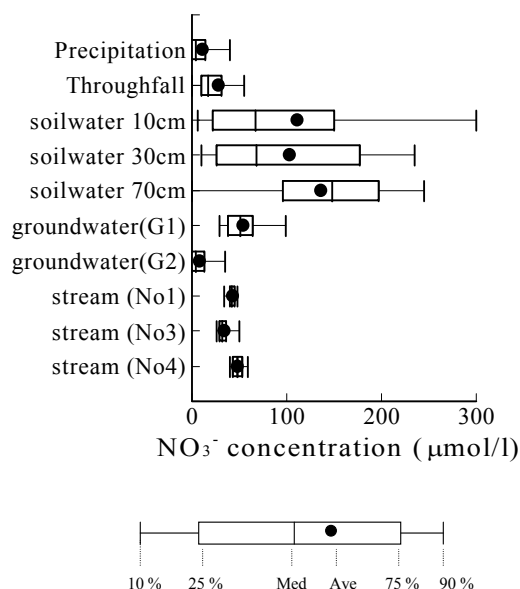


図2 大洞沢における降水・土壌水・地下水・渓流水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度分布

## ② 大洞沢における土砂流出動態

平成21年度から大洞沢流域3と4の対照流域における土砂流出観測を行うとともに、斜面からの土砂生産量の変化および流出土砂起源の推定により、生産土砂と流出土砂の関係の把握を進めた。とくに、流出土砂については、平成23年度に複数回の大規模降雨イベントについて観測が出来、流量と土砂流出量の関係について把握することが出来た。また、プロットにおける観測では、生産土砂の季節変動や降雨の影響の把握、さらにはリターの堆積による林床被覆変化と土砂生産量の変化を検討することができた。

### a. 斜面の土壌侵食と生産土砂の起源推定

土砂の生産源は主に河床、流路に近い急斜面で林床植生の乏しい斜面であった。それらの斜面では、過去30年ほどの間に表層土壌が5~10cm侵食されていたことが推測できた。

### b. 流域の土砂移動量の観測

これまでの観測結果から、総土砂流出量はピーク流量に比例しており、流域3で多くなる傾向が確認できた。

### c. 斜面土砂生産量の観測

夏季の土砂生産量は流域3での土砂生産量は、0.8から~4.0 kgとなっていた。流域4では0.9から~1.5 kgであった。特に、台風12、15号を含む965mmの降雨があり、土砂生産量が多くなっていた。生産土砂のうち2mm以下の割合は、流域3では16~38%であり、流域4では14~51%であった。ガーデンウォッチカムによる撮影結果を解析したところ、プロットの林床合計被覆率は8月28日では4%であったが、時間経過とともに上昇し、55日後には20%になった。秋期にかけてのリターの供給により、被覆状態の変化が観測できた。

### d. 流域の湧水分布観測と土砂移動や地形的特徴

横軸に流域面積、縦軸に濃度を示すと、流域面積がha以下の湧水では、5回の観測に大きなばらつきがみられる傾向があったが、それ以上の流域面積では、湧水毎のシリカの値は一定値になる傾向がみられた。この結果は、集水面積の大きな湧水では山体内での滞留時間が長く、浅いところや深いところの水が平均化され、集水面積の小さな湧水では、山体の滞留時間のばらつきが水質に直接影響することから、値のばらつきがみられると考えられた。

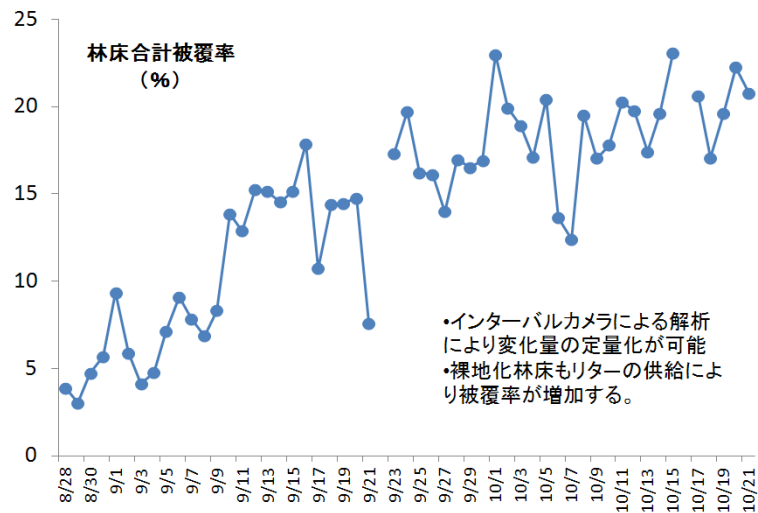


図3 林床合計被覆率の変化

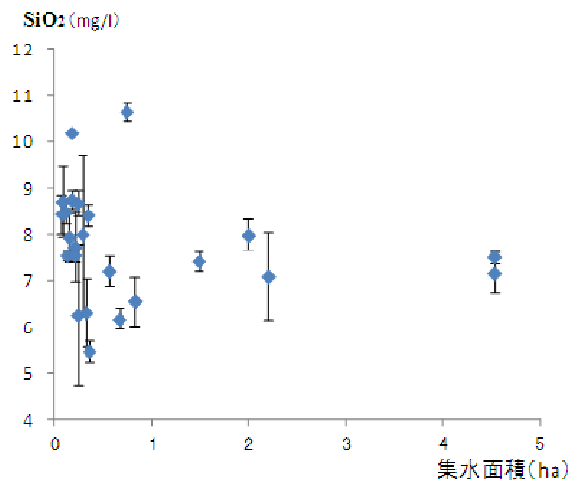


図4 集水面積とSiO<sub>2</sub>濃度の平均値と標準偏差

③N01 量水堰における流出土砂測定

平成23年7月の台風6号の後に計測したN01量水堰の堆積土砂量は、117.2m<sup>3</sup>、9月の台風15号の後に計測した堆積土砂量は、155.6m<sup>3</sup>であった。

④N03流域における植生保護柵の設置

N03 流域の集水区域を囲う植生保護柵を設置した。植生保護柵の新設 920.9m、既設植生保護柵補修 132.8m、防鹿ネット新設 170.0m の全施工延長 1223.7m であった。

(8) 課題

- ・ 今後は、植生保護柵設置後の初期の変化について、短期的に変化が現れると予想されるものを重点的に調査する必要がある。
- ・ 設置した植生保護柵について、破損等によるシカの侵入を防ぐため、点検・保守等の維持管理を行う必要がある。

(9) 成果の発表

- 小田智基・鈴木雅一. 山地源頭部の隣接する3流域における流出特性の比較. 水文水資源学会大会, 京都防災研究所, 2011年8月
- 廣瀬満・五味高志・小田智基・内山佳美, 山地流域における湧水分布と流路網構造およびその形成メカニズム. 日本森林学会大会, 2012年3月

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
Ac 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
対照流域法等によるモニタリング調査—事前モニタリング（貝沢）—
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・石田孝英

### (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き、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、相模湖支流の貝沢において事前のモニタリングを行った。

### (6) 研究方法

森林整備等による事業効果の検証にあたり、相模原市緑区与瀬地内（貝沢流域）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行った。本研究は、東京農工大学（以下、①、②）への受託研究及び神奈川県森林組合連合会の受託（以下、③）により実施した。（詳細は、各委託報告書参照）

#### ① 水流出特性

平成21年度に整備した観測システムにより、気象・水文観測を行った。自動観測による雨量や水位データの精度の検討を行うとともに、現地での流量実測により水位—流量換算式を求めた。さらに得られた流量等のデータをもとに、各流域における水流出特性や、直接流出率やピーク流量、ピーク濁度等の流出特性を検討した。

#### ② 物質循環機構

貝沢の整備後の水質等の変化を評価するためには、もともとの流域の物質循環機構を把握しておく必要があるため、特に貝沢流域の最上流の3支流域について、渓流水質とあわせて林内雨、土壌水等を定期的に採取し水質分析することによって現状の物質循環機構を調べた。

また、地形因子から渓流水質を予測するモデルや森林生態系の物質循環を再現する既存のモデルを用いて、貝沢における適応性を検討するとともに、物質循環モデルにおける窒素流出の過大評価の原因として指摘されている土壌の硝酸イオン吸着能について、貝沢、大洞沢、ヌタノ沢、フチヅリ沢の土壌を採取して調べた。

さらに、水質のような溶存態での物質動態のほかには不溶態である粒状有機物に着目し、貝沢の溪流5地点で粒状物質を採取し流出の実態を調べた。

#### ③ 土砂流出量調査

平成23年度は、7月19日の台風6号、9月21日の台風15号により、量水堰に土砂が流入したため、流入した土砂量の測定と粒径調査を行った。

### (7) 結果の概要

貝沢では、平成21年度に整備した気象・水文の観測システムの観測精度の検証が概ね終了し、試験地内の支流の水流出特性や物質循環特性が明らかになりつつある。

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 水収支及び流出特性

自動観測による水位データの検証と流量の実測による水位—流量換算式の検討の結果、量水堰NO. 1～4について水位—流量換算式、水位計水位と越流水深の換算式を決定した。

#### ・気象観測

雨量の精度を周囲のアメダスの値と比較したところ、貝沢のN01、N02のいずれの気象観測地点も周囲の立木の影響を受けている可能性があると考えられた。平成24年3月にN02気象観測地点の周囲の立木を伐採したため、今後も引き続き精度を検証する必要がある。



・水文観測

2010年6月から2011年12月のハイト・ハイドログラフを図1に示した。流域1では、基底流量成分が他の流域より多いと考えられた。その原因としては、表面地形による流域界の外からの地下水流入、もしくは流域1以外の流域の基岩深部への浸透などが考えられるため、今後も検討する必要がある。

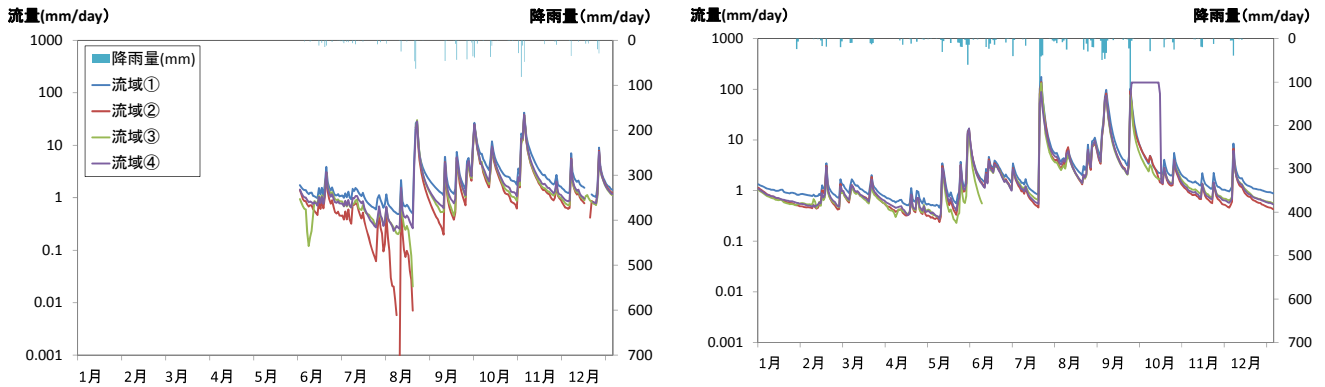


図1 2010年6～12月、2011年1～12月のハイト・ハイドログラフ

また、各量水堰に設置した濁度計の値から、濁度発生回数を整理したところ、流域1において濁度発生回数が多く、流域4で濁度発生回数が少なかった。

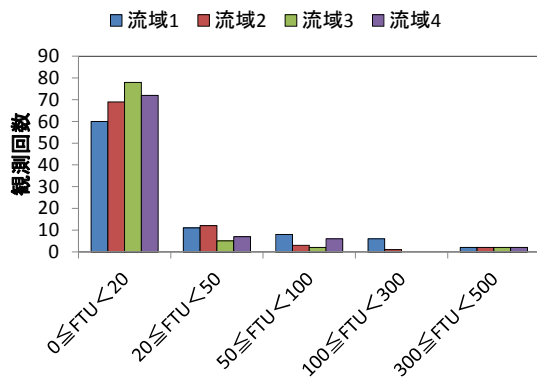


図2 流域ごとの濁度発生回数（濃度別）

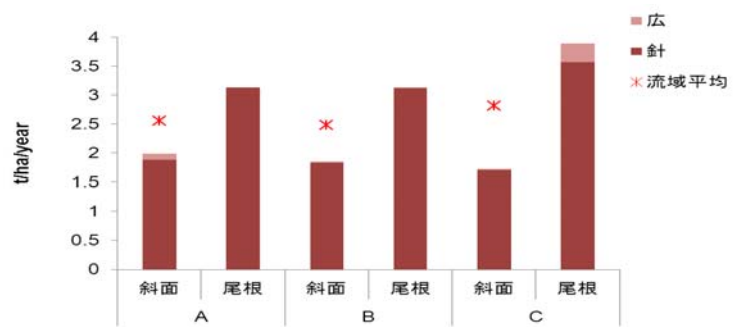


図3 リターフォールによる年間C供給量

②物質循環特性

流域1、2、3の3つの支流について、林内雨・土壌水・渓流水の各水質のほか、リター供給量、土壌中イオン移動量を調べて物質循環の特性を検討したところ、3つの流域で特に大きな違いは無かった。

- ・土壌や地温など大きな相違は無かったが、流域3でリター供給量が若干多かった。
- ・土壌水は、3つの流域で大きな差はなかったが、林内雨では、流域3で硝酸イオン、硫酸イオン、マグネシウム、カルシウムの各濃度が年間を通してやや高く樹冠からの溶脱が多いことが示唆された。
- ・林内雨や土壌中イオン移動量、渓流水の各イオン濃度と量を調査し、窒素を中心に物質移動量を求めたところ、3流域いずれもNは流入量よりも流出量が少なく、現状で水質浄化機能が作用していると考えられた。

③ 土砂流出量調査

平成23年度7月の台風6号、9月の台風15号の後に、量水堰に流入した堆積土砂量を測定したところ、N01～5の堰でいずれも数m3であり、大洞沢、ヌタノ沢と比べて少なかった。

(8) 課題

- ・貝沢試験地では、貝沢は平成24年度に対照流域試験における森林操作を予定しているため、森林整備の内容を早急に具体化するとともに、事業部門と研究部門の連携を一層図る必要がある。

(9) 成果の発表

なし

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
Ad 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
対照流域法等によるモニタリング調査  
－事前モニタリング（ヌタノ沢、フチヂリ沢）－
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀

### (5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、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き、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地、南足柄市のフチヂリ沢試験地において事前のモニタリングを行った。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

足柄上郡山北町中川（ヌタノ沢）  
南足柄市苧野地内（フチヂリ沢、クラミ沢）

#### ②調査項目

平成22年度に観測システムを整備したヌタノ沢試験地において、事前環境調査で得られたデータ等を整備するとともにモニタリング仕様の検討を行った。7月、9月には、台風の影響により量水堰に土砂が流入したため土砂量の測定を行った。また、平成22年度までの補完調査として、水生生物調査、既存調査プロットにおける植生調査を行った。

平成23年度に観測施設を整備したフチヂリ沢試験地では、観測施設整備と併せて今後のモニタリング仕様を検討するとともに、既存調査プロットにおける植生調査を実施した。

本業務は、日本工営（株）（以下項目の①）、神奈川県森林組合連合会（同②）、NPO法人神奈川ウォーター・ネットワーク（同③）、（株）環境地質（同④）、いであ（株）（同⑤）がそれぞれ受託して実施した。（詳細は、各委託報告書参照）

#### ① 基礎情報整備とモニタリング仕様検討（ヌタノ沢）

モニタリングの基礎情報整備として、平成23年4月から12月までの観測データの整備や空中写真（S21、S52、S53、S60、H8、H19）による流域の履歴調査等を実施した。さらに、それらを元にして、今後のモニタリング仕様を検討した。

#### ② 土砂流出量測定（ヌタノ沢）

平成23年7月の台風6号、9月の台風15号の影響で、A沢の量水堰に堆積した土砂の体積を現地で測定した。台風6号による堆積土砂については、現地でサンプリングし、粒度分析を行った。

#### ③ 底生動物調査（ヌタノ沢）

平成22年度に引き続き、平成23年4月から平成23年3月まで月1回調査を実施した。幼虫調査はハビタートを視野にいれた定性調査（7地点）とし、成虫調査は上記地点のうち3地点を設け実施した。調査方法は、定性調査とし、原則として「平成18年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル〔河川版〕（底生動物調査編）」に従って定性採集を行った。また、幼虫では、同定困難なグループが存在するため、灯火採集による調査及びユスリカ類を対象とした飼育調査により成虫調査を実施した。

#### ④ 植生調査（ヌタノ沢、フチヂリ沢）

平成21年度に実施したヌタノ沢の立木・土壌調査、平成22年度に実施したフチヂリ沢の立木・土壌調査の既存プロット（それぞれ12プロット、40プロット）において、50cm×50cmの植生調査枠を設定し、林床植生調査、現存量測定、天空写真撮影、相対照度測定を行った。

## ⑤ モニタリング仕様検討（フチヂリ沢）

観測装置の具体仕様の検討と併せて、水流出、土砂流出、水生生物の各分野の今後の現地モニタリング仕様について、既存資料や現地踏査等により検討した。

## (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 ヌタノ沢の気象観測結果

平成23年4月から12月までの降水量は、ヌタノ沢（標高540m）で3068.5mm、アメダス丹沢湖（標高330m）で3007.5mmであり、月別の降水量も大幅な違いはなかった（図1）。ヌタノ沢とアメダス海老名の気温を比較すると、月平均気温では、ヌタノ沢のほうが低く、その差は2～4℃であった（図2）。また、ヌタノ沢とアメダス海老名の月平均風速および月最大風速を比較すると、平均風速および最大風速ともに海老名観測所のほうが強かった（図3）。ヌタノ沢の月最大風速は海老名観測所の平均風速とほぼ同じかそれよりも弱い程度であり、観測地点が谷地形であることが影響していると考えられた。

### ② ヌタノ沢の土砂流出量

平成23年7月の台風6号後に計測したA沢量水堰の土砂量は、26.90m<sup>3</sup>であった。さらに、9月の台風15号後に計測したA沢量水堰の土砂量は、23.80m<sup>3</sup>であった。

### ③ ヌタノ沢の水生動物概況

- ・ヌタノ沢では合計167種の底生動物が確認され、このうち、164種が水生昆虫、残りの3種がミミズ綱であった。A沢及びB沢で確認された水生昆虫は、それぞれ96種、147種であった。B沢はA沢と比較して、多くの分類群において種類数が勝っていた（表1、図4）。
- ・幼虫越冬し生育に2年以上を要し、しかも幼虫の成長には、餌としての多くの生きた動物を必要とするトンボ目、ヘビトンボ目、アミメカゲロウ目の種類数はB沢で多かった。この要因として、B沢の豊富な餌条件や安定した河川環境をあげることができる。
- ・幼虫期を水中で生活する多くのコウチュウ目の各種がB沢で確認されたことは、冬季に枯渇することの多いA沢では生息が難しいためと考えられた。
- ・トビケラ目において、止水性のトビケラがB沢に多い理由として、冬期の渇水期であっても水が長期にわたり確保されることが要因のひとつと考えられた（図5）。

### ④ ヌタノ沢及びフチヂリ沢の林床植生概況

ヌタノ沢12プロット、フチヂリ沢40プロットの計52プロットにおける低木層の出現種は、アブラチャン、サンショウ、ムラサキシキブなど合計49種であったが、そのうち45種はフチヂリ沢で確認され、ヌタノ沢では6種のみであった。また、低木層が全く出現しない（低木層なし）プロット数を比較すると、フチヂリ沢は40地点中4地点、ヌタノ沢は12地点中6地点となり、ヌタノ沢では50%の調査地点で低木層を欠く植生であった。さらに両地区では、低木層の構成種が大きく異なり、フチヂリ沢で出現数の多かったアブラチャン、サンショウ、ムラサキシキブ、ウツギ、コクサギ、クロモジ等の木本類は、ヌタノ沢ではほとんど出現せず、その一方、ヌタノ沢ではミツマタ、アセビの2種が目立った。

### ⑤ フチヂリ沢の溪流環境モニタリング仕様

フチヂリ沢は、既存のデータが少なく、他の試験地と比べて流域面積が大きいことから、事前モニタリングでは基本的な水・土砂流出や水生生物の特性について溪流を中心に把握することとし、現地踏査等により、溪流環境調査地点を選定した。

## (8) 課題

- ・ヌタノ沢については、台風の影響による量水堰への土砂流入などで欠測が多く安定した現地調査ができなかったため、水位流量換算式の算定などが遅れているため、今後は、早急にそれらを整備するとともに、水文データの精度の検証を行う必要がある。
- ・フチヂリ沢については、整備した観測施設により観測を開始するとともに、得られた観測データの検証のほか、水文観測については、現地での流量実測により流量算出を行う必要がある。

## (9) 成果の発表

なし

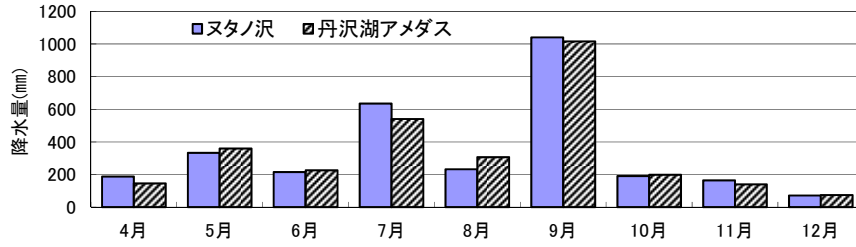


図1 ヌタノ沢とアメダス丹沢湖の月別降水量

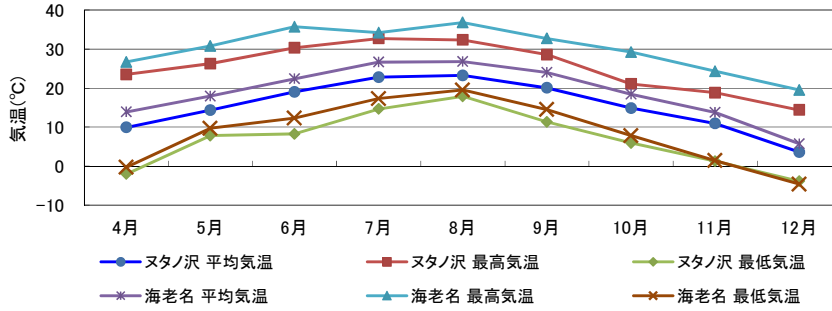


図2 ヌタノ沢とアメダス海老名の月別気温

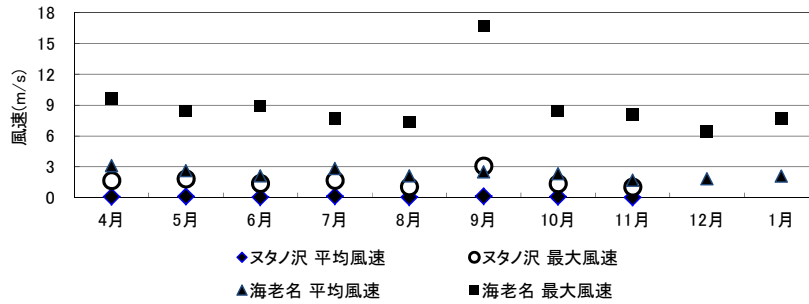


図3 ヌタノ沢とアメダス海老名の月別風速

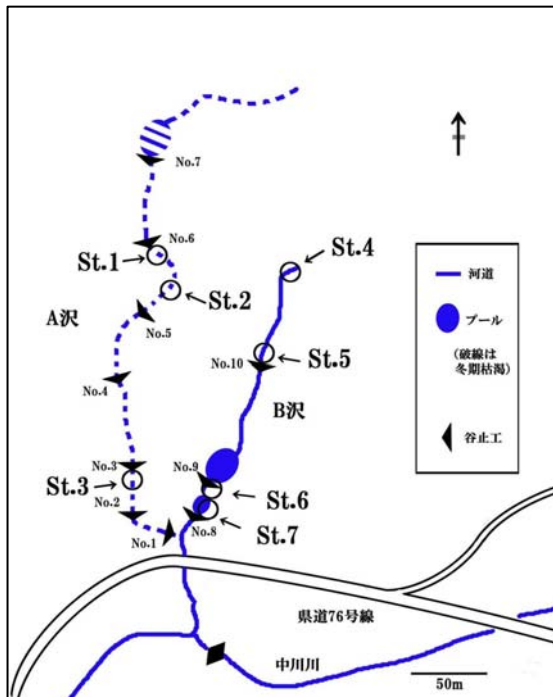


図4 水生生物調査地点

表1 ヌタノ沢で採集された底生動物(水生昆虫)の目別種類数

目名	A 沢	B 沢
カゲロウ目	9	14
トンボ目	3	10
カワゲラ目	10	12
カメムシ目	1	4
ヘビトンボ目	1	3
アミメカゲロウ目	0	1
トビケラ目	26	35
ハエ目	43	46
コウチュウ目	3	13
合計	96	147

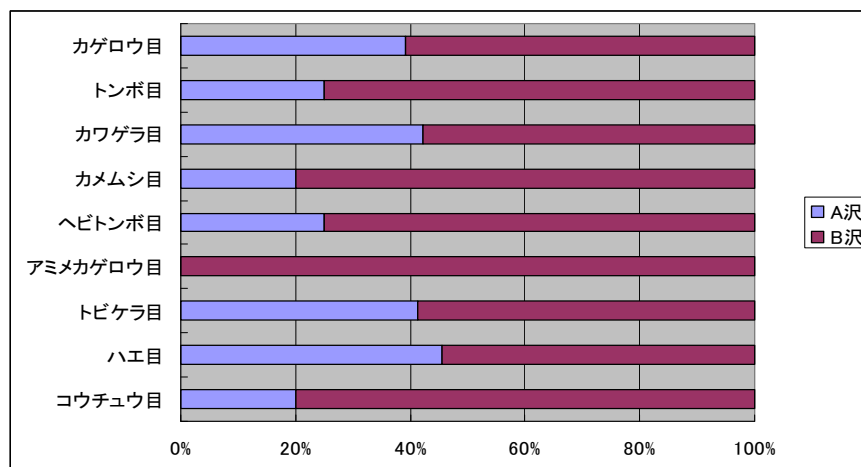


図5 ヌタノ沢で採集された底生動物（水生昆虫）の目別種類数の割合

表2 フチヂリ沢（南足柄）とヌタノ沢（山北）の植生概況

調査地域		南足柄	山北
調査プロット数		40	12
群落別の調査プロット数	スギ・ヒノキ植林	25	4
	アカマツ林	8	0
	広葉樹林	7	8
平均階層別 植被率 %	高木・亜高木層	80.0	76.3
	低木層	17.7	1.7
	草本層	16.4	1.4
低木層の優占種 (出現頻度が高い植物)		アブラチャン サンショウ ムラサキシキブ	ミツマタ
低木層の平均出現種数		3.9	0.8
林床植生の 湿重量 g	低木層	57.1	25.3
	草本層	27.2	2.6
平均相対照度 %		9.5	19.4
林内環境の様子 上: スギ・ヒノキ植林 下: 落葉広葉樹林			
		プロット 22	プロット 8
			
		プロット 11	プロット 4

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

### (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発

#### Ae 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術開発

##### 対照流域法等によるモニタリング調査—広域水環境調査—

### (2) 研究期間 平成21年度～

### (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）

### (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・相原敬次・三橋正敏・長田幸郎

### (5) 目的

森林整備、管理の影響・効果を予測し、これらを実際に把握・評価するため、事前モニタリングが必要である。なかでも、影響・効果が予想される河川の流量・水質等について事前に把握しておく必要がある。このため、平成19年度から水源の森林エリア内で流域特性が異なる流域を順次4ヶ所選び、試験流域を整備し、モニタリング調査のための観測施設の整備を行っている。そして、平成23年度から大洞沢でのシカ柵設置など、森林管理のための事業が開始されている。

事前モニタリング調査では、各試験流域の特性把握のため、河川の流量及び水質を現地調査し、河川の流出等の現況の把握に努めている。そして、調査結果を並行して進めている水循環モデル構築に反映させ、解析精度の向上を図っている。このように、事前モニタリング調査による観測データの蓄積は、森林整備、管理の目的で行われる施業が流域環境に直接的、あるいは間接的に及ぼす影響・効果の把握に欠かせない。

調査は、試験流域の施設整備にあわせ、平成20年度から試験流域及び周辺河川での水質を、平成21年度から流量、水質の調査を行っている。本報告では、平成23年度に行った水質連続観測結果と渇水期に行った河川流量等調査結果について取りまとめた。なお、渇水期流量調査はサンコーコンサルタント(株)に委託して行った。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

平成21年度から、試験流域の水文観測施設整備状況に合わせて調査を開始した。平成23年度の河川水の水質は、3試験流域及び隣接する流域の18ヶ所で河川水の水質一般項目を毎月調査している。流量は、継続調査として、4流域で随時、流域出口で観測している。さらに、年間の流況を踏まえた試験流域の流量と水質の一斉調査を、渇水期或いは豊水期に行っている。平成23年度は渇水期の調査とし、平成24年1月に一斉調査を行った。調査地点は、流域の上流～下流に亘る水量・水質変化が把握できるよう、源頭部、中流部、下流部にそれぞれ配置した。

#### ②調査方法

渇水時の流域内の流量・水質の情報を得るため、平成24年月末に試験流域の一斉調査を行った。調査地点の選定は、各河川で地下水と地表水との交流（上流から下流に至る水量と水質の変化）が分かるよう、源頭部（上流）、中流部、下流部の地形・地質を踏まえ行った。流量測定は、河床の状態が良いところでは流速—断面法で、流速測定が困難な急流部あるいは量水堰では容器法により行った。水質調査としては、流量と併せて試料採取、分析調査を行った。現地で試料採取時に水温、pH、電気伝導度を計測し、実験室にて陽イオン（ $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ ）、陰イオン（ $Cl^-$ 、 $HCO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $HNO_3^-$ ）及び溶存珪酸を実験室で分析した。

さらに、森林の生育や季節変化との関連は長期に亘る観測結果を得て把握する必要がある。このため、継続して年間（毎月1度の頻度）の河川流量、一般水質を調査している。調査は試験流域で行われる水文観測施設の整備に合わせて採水し、実験室で分析を行っている。なお、渇水時の一斉調査と同様の調査分析としたが、調査項目の $HCO_3^-$ と $SiO_2$ は分析していない。

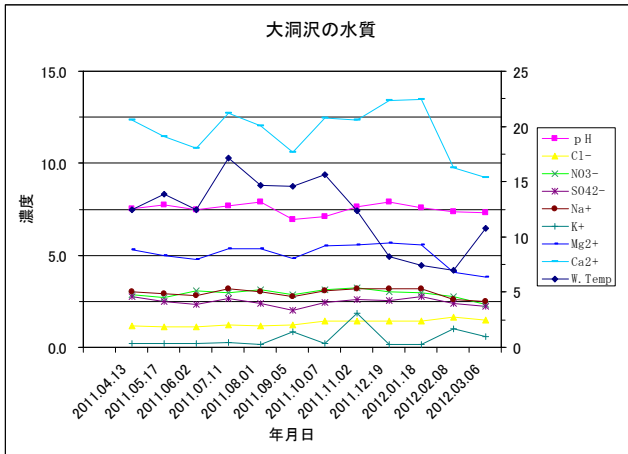


図1 大洞沢の水質の年間変化（大洞3）

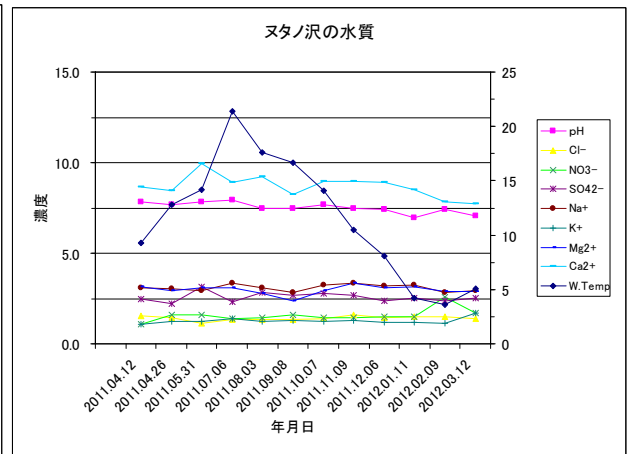


図2 ヌタノ沢の水質の年間変化（中川3）

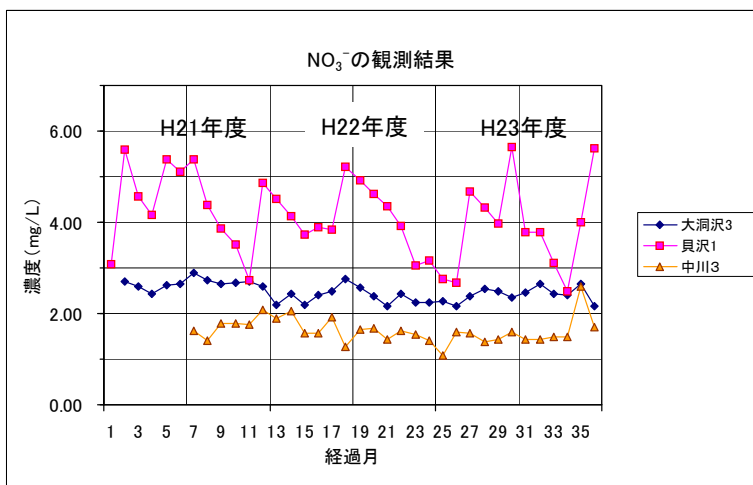


図3 3流域のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の経時変化

## (7) 結果の概要

### ①水質

渇水期の調査結果により4流域の水質濃度を比較すると、大洞沢でCa<sup>2+</sup>が高く、Mg<sup>2+</sup>もやや高い。貝沢はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が高く、Na<sup>+</sup>もやや高い。ヌタノ沢はK<sup>+</sup>の濃度が高い。フチジリ沢・クラミ沢はSiO<sub>2</sub>が高い。このように、支流、本流共に流域による水質特性が認められる。

平成23年度の試験流域の水質の年間変化の内から、丹沢山地の東西に位置する大洞沢とヌタノ沢の調査結

果を図1、2に示した。さらに、水源地の窒素飽和と関連するとして注目されているNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の3年間の濃度変化を貝沢を加え図3に示した。

貝沢のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度には季節変化が認められ、最大5.66mg/L、最小2.49mg/Lで、凡そ4mg/Lのレベルを上下している。冬季に濃度が低下し、春から秋にかけて、梅雨時に濃度低下があるものの、高濃度となる。しかし、他の2流域では季節変化は認められない。

### ②流量

渇水期（2011年1月末）の流量調査結果（表1-1）によると、4試験流域の出口での流量（比流量）は、大洞沢（県道下）が517L/分（1.3mm/日）、貝沢（No. 5堰）が1670L/分（3.3mm/日）、ヌタノ沢A沢が5.8L/分（0.02mm/日）、同B沢が55.5L/分（2.7mm/日）、フチジリ沢（林道下）が247L/m（0.8mm/日）、クラミ沢（林道下）が244L/分（1.0mm/日）であった。石英閃緑岩が流域を占めるヌタノ沢A沢や火山斜面のフチジリ沢・クラミ沢では、流下過程で表流水が地下浸透し、消失している。

ヌタノ沢で凡そ月1回の頻度で1年間の流量を測定したところ、図4のとおりであった。2011年7月と9月の大雨直後の流量はA沢の方が多いが、他は流域面積の狭いB沢の方が約30~60L/分ほど多かった。A沢の流量減少は、河川に沿う上流、中流、下流での流量観測結果でも確認されている。A沢は源頭の湧水を主水源としているが、流下するに従って表流水が治山堰の堆砂中に覆没し、減少してしまう。一方B沢ではA沢同様に源頭部の湧水が主水源である。そして、途中で両岸からの湧水が加わり、流量は増加する。



表1-1 渇水期の河川流量及び水質の現地調査結果

地点 (No.)	地点名	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)	水温 (°C)	電導度 (mS/m)	pH	流量 (L/m.)	調査年月日
大洞沢-1	本流上	37	12	2.6	9.02	7.8	329	H24.01.28
大洞沢-2	No.4 支流合流前本流	36	12	2.4	8.95	7.7	207	H24.01.28
大洞沢-3	No.4 三角堰	54	14	7.0	11.6	7.8	54.7	H24.01.28
大洞沢-4	No.4 合流~No.3 合流中間	40	12	4.4	9.44	7.7	470	H24.01.28
大洞沢-5	No.3 三角堰	34	13	3.7	8.06	7.7	31.3	H24.01.28
大洞沢-6	県道橋下	38	12	4.1	9.32	7.7	517	H24.01.28
大洞沢-6'	No.1 三角堰 (No.3 合流前)	(流量測定のみ)		(流量測定のみ)			486	H24.01.28
大洞沢-7	No.1 堰上本流	39	12	4.4	9.32	7.6	461	H24.01.28
貝沢-1	No.1 三角堰	21	18	2.3	10.1	7.2	48.5	H24.01.28
貝沢-2	No.2 三角堰	20	17	2.0	11.7	7.1	40.6	H24.01.28
貝沢-3	No.3 三角堰	21	18	2.5	10.3	7.2	81.2	H24.01.28
貝沢-4	No.4 三角堰	19	17	1.7	10.3	7.0	190	H24.01.28
貝沢-5	No.4 と No.5 の中間	18	18	1.8	10.3	6.8	744	H24.01.28
貝沢-6	No.5 堰上	18	18	1.6	10.2	6.7	1,670	H24.01.28
ヌタノ沢-1	A 沢最上流堰上	—	—	—	—	—	(流水無)	H24.01.27
ヌタノ沢-1'	A 沢最上流 V 字谷	33	19	5.0	8.23	7.8	6.8	H24.01.27
ヌタノ沢-2	A 沢狭隘部	41	20	8.0	9.34	7.7	2.9	H24.01.27
ヌタノ沢-3	A 沢三角堰	46	20	3.3	10.6	7.7	5.8	H24.01.27
ヌタノ沢-4	B 沢上流湧水下	33	18	8.2	7.77	7.7	60.0	H24.01.27
ヌタノ沢-5	B 沢狭隘部	33	19	6.0	8.05	7.6	66.0	H24.01.27
ヌタノ沢-6	B 沢三角堰	36	19	2.1	8.63	7.6	55.5	H24.01.27
ヌタノ沢-7	定点観測地点 (No.6 堰下)	42	18	8.8	9.12	7.6	15.4	H24.01.27
フチヂリ沢-1	フチヂリ沢最上部	(流量測定のみ)		8.7	7.94	7.5	22.8	H24.01.26
フチヂリ沢-1'	同上 (上記の約 10m 下流)	32	30	10.2	8.02	7.4	298	H24.01.26
フチヂリ沢-2	フチヂリ沢滝下	30	29	4.0	8.43	7.1	816	H24.01.26
フチヂリ沢-3	林道の手白尾橋下	30	28	3.4	8.75	7.0	247	H24.01.26
フチヂリ沢-4	クラミ沢最上部湧水下	29	25	4.7	7.52	7.4	138	H24.01.26
フチヂリ沢-5	クラミ沢中流林相変換部	23	22	2.3	6.17	7.7	70.7	H24.01.26
フチヂリ沢-6	林道のクラミ沢橋下	27	21	3.8	6.99	7.3	244	H24.01.26

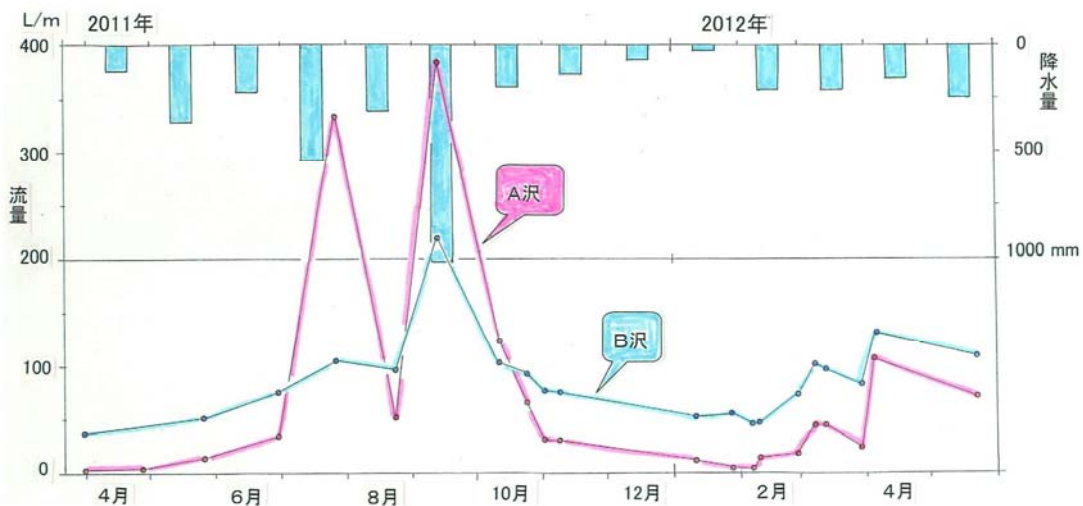


図4 ヌタノ沢の流量変化 (量水堰の実測流量、降水量はアメダス「丹沢湖」)



表1-2 渇水期の河川の水質（陽・陰イオン）分析結果

地点名	調査年月日	陰イオン			陽イオン				
		Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
大洞沢1	2012.01.28	1.5	2.3	3.4	2.6	0	0.2	3.1	10.3
大洞沢2	"	1.6	2.2	3.4	2.5	0	0.1	3.1	10.2
大洞沢3	"	1.4	3	2.7	3.1	0	0.1	5.8	12.5
大洞沢4	"	1.6	2.4	3.4	2.5	0	0.1	3.7	10.6
大洞沢5	"	1.5	2.1	2.1	2.3	0	0.1	3.1	8.9
大洞沢6	"	1.6	2.2	3.3	2.5	0	0.1	3.6	10.3
大洞沢7	"	1.6	2.4	3.5	2.5	0	0.1	3.8	10.5
貝沢1	2012.01.28	2.5	1.7	17.6	4.3	0	0.3	3	9.3
貝沢2	"	2.1	2.1	25.2	4.5	0	0.2	3.2	12.1
貝沢3	"	2.4	3	17.7	5	0	0.2	3.1	9.8
貝沢4	"	2.3	2.5	19	4.6	0	0.2	3	9.7
貝沢5	"	2.3	3	16.5	4.7	0	0.2	3.1	9.9
貝沢6	"	2.3	3.3	16.2	4.7	0	0.3	3.1	10
ヌタノ沢1	2011.01.27	1.6	2.8	2.9	3	0	1.9	2.7	7.9
ヌタノ沢2	"	1.5	1.9	3.7	3.4	0.1	1.3	3.6	9.4
ヌタノ沢3	"	1.5	1.3	3.9	3.2	0	1	3.5	12.5
ヌタノ沢4	"	1.5	1.8	2.6	3.2	0	1.4	2.9	7.5
ヌタノ沢5	"	1.5	2.1	2.7	3.1	0	1.2	3	7.6
ヌタノ沢6	"	1.9	1.8	2.5	3.4	0.1	1.3	3.2	8.4
ヌタノ沢7	"	1.5	1.5	3.1	3.3	0	1.4	3.5	9.3
フチジリ沢1	2012.01.26	2.1	3.2	1.9	3.8	0	0.6	2.7	8.2
フチジリ沢2	"	2.2	3.6	2	4.1	0	0.6	3.2	8.4
フチジリ沢3	"	2.1	3.6	2.1	4	0	0.5	3.2	8.4
フチジリ沢4	"	2.2	2.5	2.1	3.4	0	0.5	2.1	8
フチジリ沢5	"	2.1	2.3	2.1	2.6	0	0.3	1.9	6.1
フチジリ沢6	"	2	2.1	2.1	2.7	0	0.3	2.4	7.2

単位:mg/L

### (8) 課題

シカ柵設置や森林施業の効果把握にあたり、水質については、試験流域ごとの水質と流域の植生や地質などの流域特性との関連性を明らかにすると共に、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>についても流域差の原因及び窒素降下との関係を把握しておく必要がある。

流量については、森林の水源かん養機能評価に係る試験流域でのモニタリング調査として、流域の水収支、水循環解明の視点から、源頭部における非降雨時の表流水の主水源の湧水のかん養機構、水量と起源など、流域内外の関連を明らかにする必要がある。

さらに、ヌタノ沢A沢・B沢のように、隣接する流域の流況が大きく異なる場合があることから、試験流域内の水量について、覆没浸透や湧出などの地下水との関係、さらに流域間の水収支上の特性の違いについて明らかにしておく必要がある。

### (9) 成果の発表

なし

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
 Af 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術開発  
 対照流域法等によるモニタリング調査－水循環モデル構築－
- (2) 研究期間 平成19～23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・佐藤壮

### (5) 目的

森林管理の効果を予測し、モニタリングの実施及び結果の評価、計画見直しを行う順応的な森林管理を目指し、調査研究として対照流域法等によるモニタリング調査を行っている。本事業では、水源エリア内の水源域及びエリア内でダム湖流域（広流域）と選定された4試験流域（小流域）について、それぞれの地形・地質、気候、林相等の流域特性を踏まえた水循環モデルの構築、予測解析による水循環の現状把握と事前評価を進める。

モデル構築にあたっては、まず既存資料を基にした基本モデル（広流域水循環モデルと小流域水循環モデル）を構築し、その後得られた知見や現地観測結果を用い、流域特性をより反映できるようモデル検証による改良を進め、解析精度の向上を図る。そして、森林管理のため各流域で想定される施業の効果を予測するためシナリオを設定し、シナリオに沿ってシミュレーションを行い、流域の水循環・水収支にどの程度の変化が生じるかを算定する。

このように、本調査は各流域で行われる施業とモニタリングを連携させ、効果算定に反映させながら計画推進を図ることを目的としている。平成23年度は、大洞沢、堂平・ワサビ沢及び貝沢で既存の小流域モデルの検証・改良を行い、大洞沢で想定されている施業に基づくシナリオ解析を行うとともに、ヌタノ沢及びフチジリ・クラミ沢では新たに小流域水循環モデル（基本モデル）を構築した。なお、モデル構築および予測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 小流域水循環モデル構築の状況

広流域モデル (モデル構築年度)	宮ヶ瀬湖上流域 2005年度～		津久井湖・相模湖上流域 2008年度～	酒匂川流域（狩川・丹沢湖上流域） 2009年度～	
	小流域モデル	大洞沢	堂平・ワサビ沢	貝沢	ヌタノ沢
流域面積	48ha	232ha	96ha	7ha	76ha
基本モデル開発	2007年度	2007年度	2010年度	2011年度	2011年度
シナリオ解析	実施	未	未	未	未
備考	土砂流出モデル	土砂流出モデル			

### (6) 研究方法

#### ①調査地

調査研究対象となる試験流域は、宮ヶ瀬湖上流の大洞沢及び堂平・ワサビ沢地区（新第三紀・丹沢層群）、相模湖畔の貝沢（中生層・小仏層群）、丹沢湖上流のヌタノ沢（石英閃緑岩）および箱根火山東斜面のフチジリ沢・クラミ沢（更新世・古期輪山噴出物）である。これらの4試験流域を対象に、小流域水循環モデルの構築を行っている（表1）。なお、モデル構築にあたっては、それぞれが位置する既存の広域水循環モデルと互換性を保持させるため広域モデルから該当流域を抜き出し、その部分をベースに格子の細分化とパラメータ設定を行った。

#### ②調査方法

本調査では、シミュレーターとしてGETFLWS (Tosaka, *et al.*, 2000) を用い、小流域水循環モデルの構築、検証、そしてシナリオに基づく予測解析を次のとおり行う。

- ア 既存モデルの検証 実態解析 (モデル検証) として、大洞沢、堂平・ワサビ沢及び貝沢で降水時の林内雨、流出、土砂流出、湧水の状況等の試験流域でのモニタリングデータを反映させ、これまでに開発した小流域水循環モデルの再現性を向上させる。さらに、検証後の小流域水循環モデルを用いて、計画されている間伐やシカ柵設置などの施業の効果の感度について検討する。
- イ シナリオ解析 大洞沢で検証を済ませた小流域水循環モデルを用い、森林保全対策 (シカ柵設置) 及び施業 (間伐: 強度間伐~放置) を想定し、これらを組み合わせてシナリオを設定し、シナリオ毎の効果予測を行い、効果についてそれぞれのシナリオを比較検討する。さらに、その結果に基づき、施業実施に備えたパラメータ設定等の事前評価方法について検討する。
- ウ 基本モデルの構築 新たに試験流域に設定されたヌタノ沢及びフチジリ・クラミ沢について、既存調査及び現地調査結果を踏まえ、広流域モデルから対象流域を切り出し、小流域水循環モデルを構築する。

## (7) 結果の概要

- ①既存モデルの検証 大洞沢のNo. 4流域及び堂平・ワサビ沢の流量が流域面積に対して流量が多いという観測結果が得られており、再現性の検証の中で解析を行った。これらの流域が地すべり地形であることから、地形上の流域が必ずしも水文地質学的な流域するとは限らない可能性があった。このことを踏まえ、地下水の流動系の把握と流出量を予測し、集水範囲と水収支を検討した。その結果、No. 4流域及びワサビ沢の流出量が多いことは、水文地質上の流域は上流側へ広がっている可能性が高いことを示すと推定された (図1)。さらに、貝沢のモニタリング結果に基づき、流域内の3小流域で再現性チェックを行った (図2)
- ②大洞沢におけるシナリオ解析 平成23年度にNo. 3流域を囲むシカ柵が設置され、さらに、間伐が対策として検討されている。このことを踏まえ、No. 3及びNo. 4の流域で、シカ柵設置や間伐等の森林操作後 (ステージ1) の流出 (流況) 及び土砂輸送に現れる影響の予測、さらに林床植生回復などの成長・回復過程 (ステージ2) 及び森林操作前までの状態に回復時 (ステージ3) を想定し、各ステージにおける影響を予測した。予測シナリオでは、シカ柵設置では粗度係数などの地表層と浸透率等の表土層に係るパラメータを、間伐等では樹冠貯留率等の樹層に関するパラメータを加え、想定条件に合わせてパラメータを変更させ、各シナリオを組み合わせて解析した (表2)。その結果、皆・間伐による遮断量の減少、シカ柵を含め、林床植生回復に伴う蒸発散量の増加などの影響が算定でき、皆伐や手を入れず放置した場合の流量低下が顕著で、シカ柵や間伐の施業効果は、No. 3の方が顕著であると予測された (図3)。また、透水性の良い地盤が分布する地域では施業の感度が鈍くなる結果が得られた。
- ③基本モデルの構築 ヌタノ沢とフチジリ沢・クラミ沢で水循環基本モデルを構築した (図4)。いずれの流域も既存の広域モデル (表1) から該当する小流域を抜き出し、互換性を保たせた。モデル構築にあたり、ヌタノ沢では流域特性として基盤を形成する石英閃緑岩の風化帯の状況 (透水係数) と流量観測結果を反映させた (図4)。フチジリ沢・クラミ沢では、火山堆積物で覆われた流域で、透水性は良い流域ながら河川表流水が年間を通じて観測されることなどの流域特性を反映させた。しかし、これらは何れも基本モデルであり、森林操作などの影響予測を行うためには、今年度行ったボーリング調査結果、継続して行われる河川流量等の水文観測結果を用いたモデル検証を引き続き実施する必要がある。

## (8) 課題

4流域で小流域水循環モデル構築を進めている。その中で大きな課題として、大洞沢や堂平・ワサビ沢で取り上げたように、地形上の流域と水文地質的な流域とは必ずしも一致しないことがある。他流域でも現地踏査を十分に行い、流域内及び隣接する流域の流況と地質構造について十分な検討を行うとともに、その結果を踏まえて今回実施したモデルによる裏づけ解析を実施し、解析精度を向上させていきたい。

(9) 成果の発表

なし

表2 操作とパラメータ変更及びステージ

操作	パラメータ											
	河川係数	加減算	初期値	河川係数	河川係数	河川係数	河川係数	河川係数	河川係数	河川係数	河川係数	
シナ操作												
変化・補正(T)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
初期値(TL)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
初期値(T3)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
初期値(M)												
	初期値	成長期	回復期									
	(1:ステージ)	(2:ステージ)	(3:ステージ)									
状態設定	気象観測における観測の 変化を考慮。林床および下 層植生は変わらない。	下層植生が管理し林床状 態が変化する。地質層、赤 土層の変化を考慮。観測は ステージを保持する。	観測が気象観測の状況に同 様である。地質層、赤土層は ステージを保持する。									
観測	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮									
地質層	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮									
赤土層	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮	パラメータ変化を考慮									

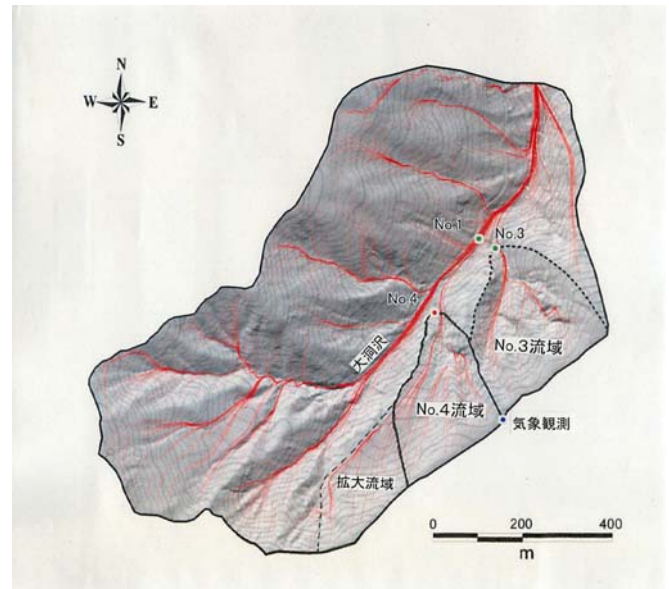


図1 大洞沢の現況再現結果に基づく流動経路と流域界  
(図中の破線が水文地質的分水界を示す)

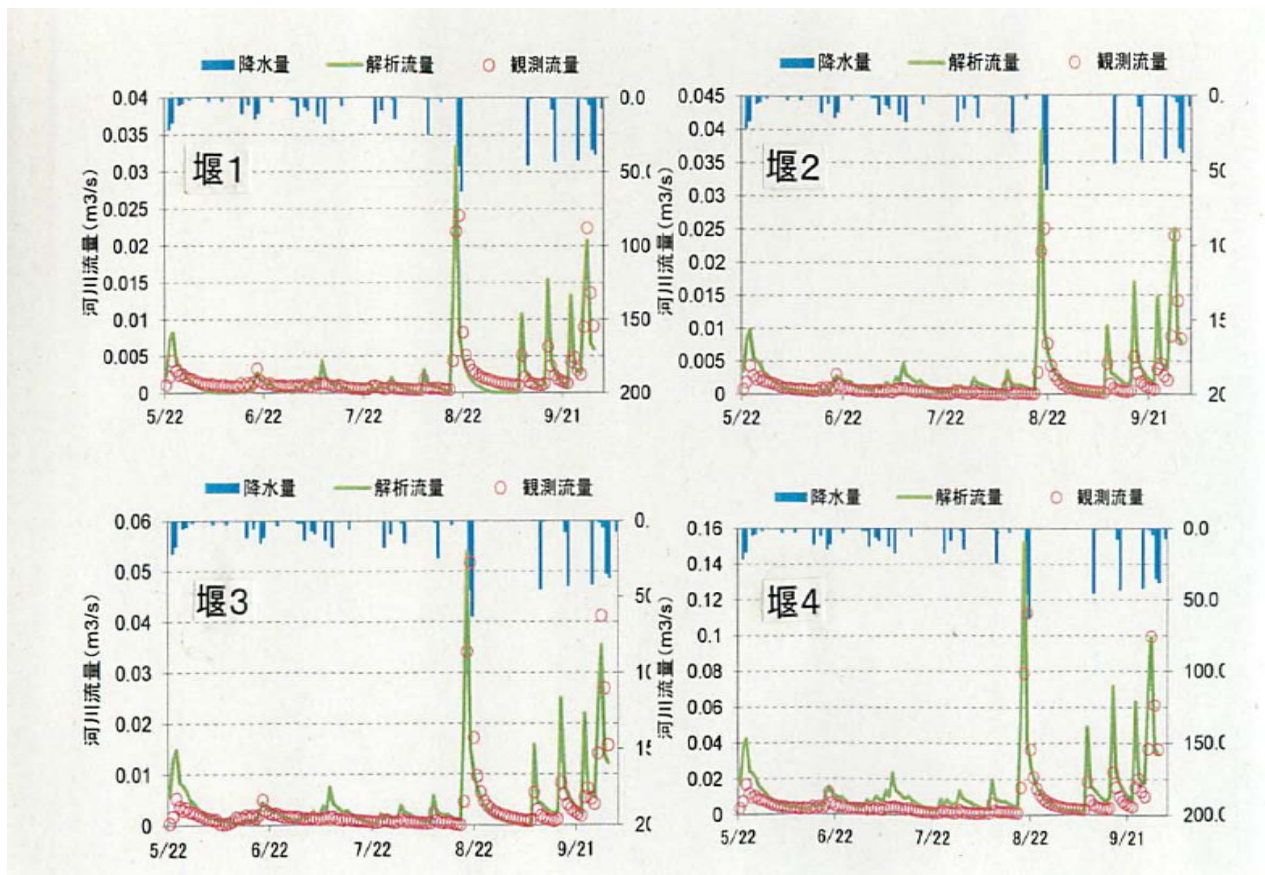


図2 貝沢の流出再現結果 (2010年)

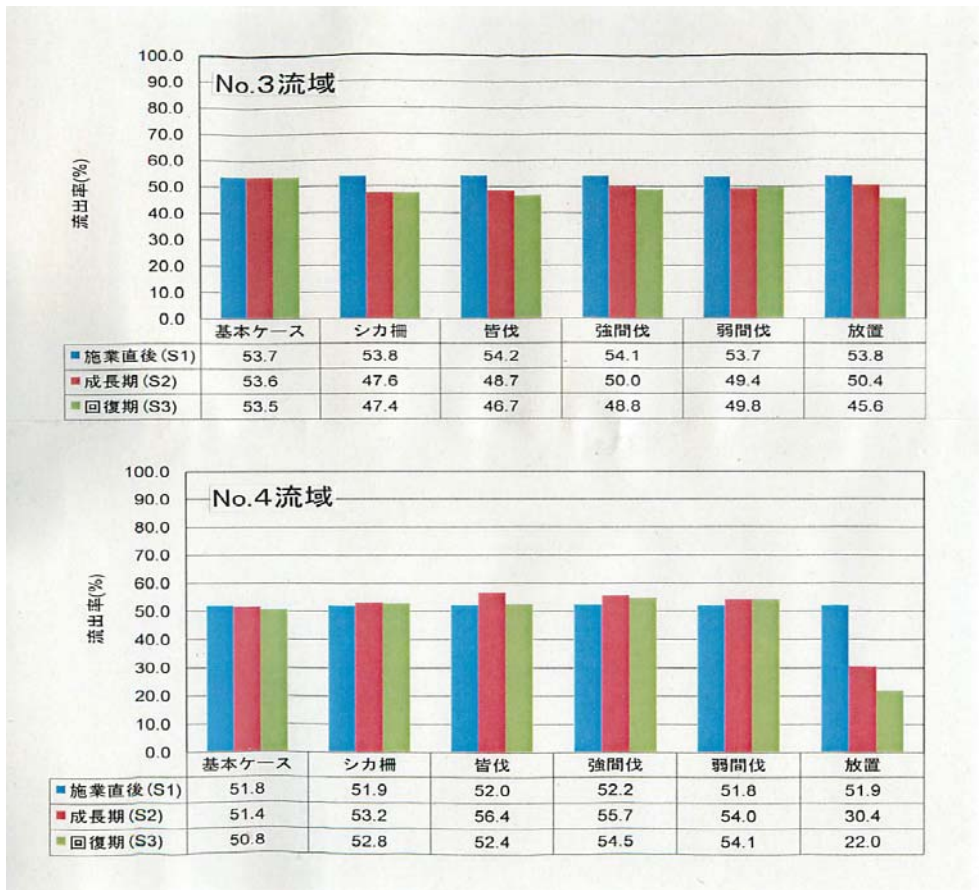


図3 シナリオ間の流出率の比較

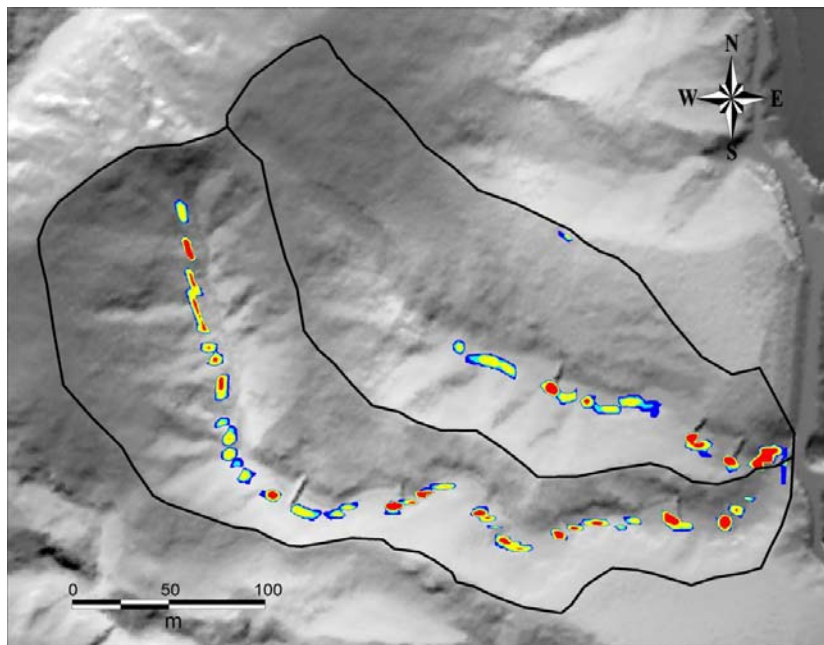


図4 ヌタノ沢の湧出域分布 (現況再現結果)



## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
 Ag 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
 対照流域法等によるモニタリング調査－水文地質調査－
- (2) 研究期間 平成22～23年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀

### (5) 目的

森林の水源かん養機能保全のため、森林管理の効果予測とモニタリング結果の評価、計画見直しを行う順応的な森林管理を目指し、対照流域法による水源かん養機能の評価研究が進められている。このため、水源エリア内のダム湖上流域（広域）を4ヶ所で、さらに各流域内で設定した4試験流域（小流域）について水循環モデルを構築し、効果モニタリングに資するように流域水循環の現況及び森林管理の効果予測に係る調査研究を実施している。

流域モデルの構築にあたっては、まず既存資料を基にした基本モデル（広流域モデルと小流域モデル）を構築し、事前モニタリング調査により現地で得られた調査・観測結果をモデルに反映させ、再現性向上を図るなどモデル検証を行って解析精度の向上を図っている。

モデル構築の上から4試験流域の特性をみると、林相、地質・地形、河川流量など流域ごとに顕著な違いがあり、とくに流域の保水性（地下水貯留ならびに流出調整機能）を特徴付ける流域の水文地質については、既存資料が少なく、詳細に把握する必要があった。そこで、事前モニタリング調査の一環として、現地踏査に加え、地質ボーリング調査（深度50m）を行うこととした。なお、ボーリング調査はそれぞれ日本工営(株)、(株)カナコン、(株)横浜コンサルティングセンターに委託して行った。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

ボーリング調査と現地踏査を4試験流域（表1）で行った。試験流域は、宮ヶ瀬湖上流の布川の支流の大洞沢（新第三紀・丹沢層群）、相模湖畔の貝沢（中生層・小仏層群）、丹沢湖上流の中川川支流であるヌタノ沢（石英閃緑岩）および箱根火山東斜面の狩川の支流のフチヅリ沢・クラミ沢（更新世・古期輪山噴出物）である。ボーリング調査地は、地形・地質図、及び観測実施を踏まえ、併せて現地作業状況を配慮して決定した。

表1 調査地の概要

流域名称	水系(ダム)	面積	地形・地質
1. 大洞沢	相模川(宮ヶ瀬ダム)	58ha	丹沢山地(東部)、丹沢層群
2. 貝沢	相模川(相模湖ダム)	96ha	陣馬山丘陵(南麓)、小仏層群、相模湖層群
3. ヌタノ沢	酒匂川(三保ダム)	7ha	丹沢山地(西部)、石英閃緑岩
4. フチヅリ沢 ・クラミ沢	狩川(飯泉取水堰)	42ha (34ha)	箱根火山(外輪山東麓)、狩野溶岩G // (北麓)、金時山溶岩G

#### ②調査方法

ボーリング調査は各流域1ヶ所で行った（写真1）。ボーリング調査は、掘削時にスライム等による地質チェックとコア採取を行うと共に、掘削終了及び開始時に孔内水位を観測して日報を作成し、掘削完了時に電気検層など物理探査を行った。調査項目を表2に、調査結果（事例）を図1に示す。なお、調査

表2 調査内容（各ヶ所共通）

項目	数量	備考
機械ボーリング	50m	φ86mm
コア採取	同上	オールコア
キャリパー検層	同上	孔内口径
電気検層(ノルマル)	同上	地層比抵抗
〃 (マイクロ)	同上	地層比抵抗
温度検層	同上	孔内水温
湧水圧試験	4ヶ所	透水係数算定
日報(孔内水位等)	50m	地質、孔内水位
ケーシング	同上	塩ビ管(50mm)
〃 (スクリーン)	5m	同上(有孔管)



平成23年度 対照流域法調査地地下水頭調査委託(ヌタノ沢)

コア写真

調査件名	平成23年度 対照流域法調査地地下水頭調査委託(ヌタノ沢)		
調査場所	神奈川県足柄上郡山北町中川・ヌタノ沢		
調査番号	No.1	調査深度	GL-0.00~50.00m
調査機関	株式会社 カナコン		

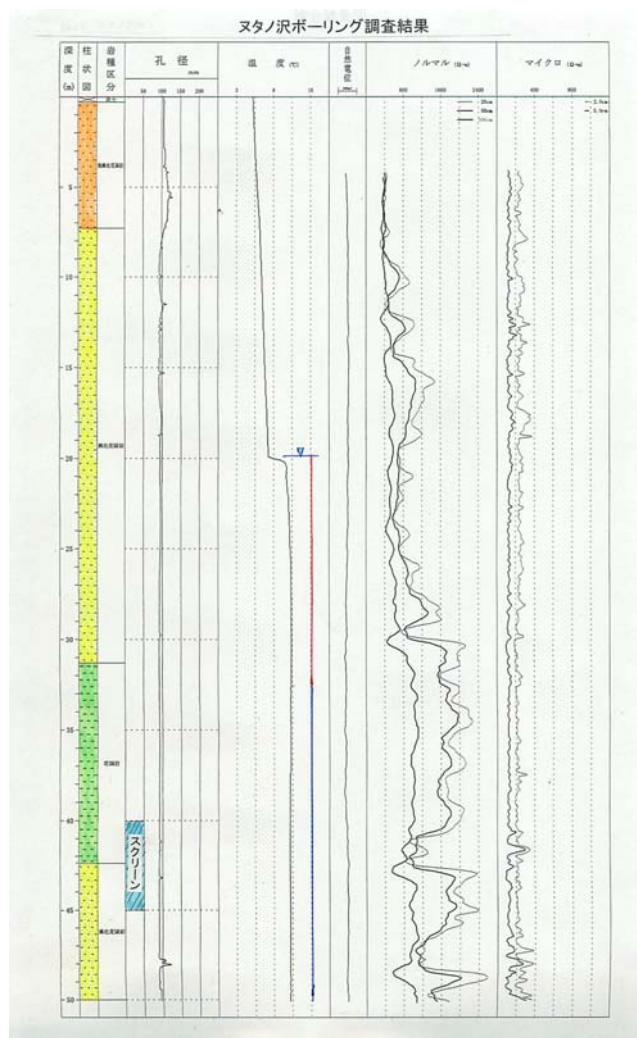


図1 孔井の検層結果(ヌタノ沢)

写真1 ボーリング現場(上)と採取コア(下)

孔は、調査結果を参考に、塩ビ管（帯水層部に水頭観測のため有孔塩ビ管）を挿入し、観測井に仕上げた。さらに、ボーリング調査にあわせ、流域内を踏査し、流水の状況や湧水位置の確認、河床や露頭での地質の状況、源頭でのパイプ流の有無等を確認するなど、水文地質調査を行った。



(7) 結果の概要

4ヶ所の調査孔の調査結果の概要は次のとおりであった。なお、個別の調査結果を表3に取りまとめた。

表3 ボーリング孔の地質及び試験結果

流域	流域の地形・地質	コア観察、検層結果の概要
大洞沢	丹沢山地（東丹沢） 面積 74.5ha、高度370～878m、差 508m、河川長 1.3km、流域平均勾配 21.3°	大洞沢右岸、調査孔No.1より約70m高地のNo.4流域内、地すべり地形部で掘削。土壌は2.6m、それ以深の地質は火山礫凝灰岩。露頭観測等によると地層はSE方向に60°傾斜。コアは全般に亀裂及び軟質化。とくに、25～27mの変質が顕著。亀裂は深度22～23m、25m付近、35～37m、43m以深、とくに25m付近に鏡肌状の亀裂面を認める。亀裂部の透水係数は $1.8 \sim 7.4 \times 10^{-5} \text{cm/sec.}$ 。孔内水位は43mまで深さと共に低下傾向。スクリーン位置は45～48m。井戸の水位は地表から凡そ34m。
貝沢	陣馬山丘陵 面積 96ha、高度 170～633m、差 463m、河川長 1.5km、流域平均勾配 17.2°	貝沢右岸で掘削。表土は1.8mで、孔低まで硬く、縦方向に亀裂を持つ小仏層群（中生代）。深度27mまでが風化帯（～19mは強風化）で、27～42mは頁岩。亀裂帯は深度25m付近が顕著で、この部分で孔内水位が一時的に低下。亀裂部の透水係数は $2.5 \times 10^{-6} \sim 1.4 \times 10^{-5} \text{cm/sec.}$ と算定。スクリーン位置は41～49m。掘削中の孔内水位は凡そ-1mであったが、井戸完成後に僅かに自噴。
ヌタノ沢	丹沢山地（西丹沢） 面積 6.98ha、A沢：高度708～538m、差 170m、河川長0.3km、流域平均勾配29.5°	A沢・B沢境界の細い尾根で掘削。表土はほとんど無く、地質は孔低まで深成岩（石英閃緑岩）。全般に風化を受け、処々に亀裂。とくに地表から7mまでと42m以深の風化が顕著。掘削中の孔内水位は深度27mまでは低下傾向であったが、それ以深では横ばい。井戸の地下水位は地表から凡そ21m。亀裂部の透水係数は $8.6 \times 10^{-6} \sim 3.7 \times 10^{-5} \text{cm/sec.}$ と算定。スクリーン位置は40～45m。
フチジリ沢・クラミ沢	箱根外輪山東麓 面積 76(42+34)ha、フチジリ沢：高度 775～440m、差335m、河川長 1.3km、流域平均勾配 14.5°、クラミ沢：825～485m、差340m、河川長 1.3km、流域平均勾配 14.7°	フチジリ沢左岸の斜面、火山堆積物（狩野溶岩グループ）中での掘削。位置は谷底から凡そ25m、表土及びローム層が2m、その下位に暗赤褐色ないし暗灰色の火砕流堆積物が孔低まで続く。なお、コアのマトリックスはスコリア質の粗砂で固結度は低く、脆い。亀裂は認められず、透水係数は $6 \times 10^{-8} \sim 4 \times 10^{-7} \text{cm/sec.}$ と小さい。スクリーン位置は45～50m。掘削中の孔内水位は深度と共に低下傾向。井戸の水位は地表から凡そ35m。

ア ボーリング調査結果

①大洞沢 (No. 2)

調査孔 (No. 2) は、No. 4流域で谷底にある既存調査孔 (No. 1) の直上、標高が約70m高い尾根部に位置する。地質は丹沢層群の凝灰岩であるが、コア一等から深度50mまで風化が進んでおり、かなり粘土化している部分もある。No. 4流域の地形は地すべり地を示し、調査結果もこのことを反映し、もめた地質が特徴的である。コアや孔内水位変化、比抵抗・温度検層などの結果を踏まえると、25m付近の亀裂帯が最も地下水を通しやすい部分と考えられた。さらに、43m以深にも地下水を通しやすい部分があり、ここにスクリーンを設置した。調査孔の水位は地表から凡そ34mで、No. 4沢の谷底の標高よりやや高い位置にある。なお、亀裂部の透水係数は $10^{-5} \text{cm/sec.}$  のオーダーであった。

これらの調査結果を踏まえて行う本調査孔と下流の調査孔No. 1との関連性の検討にあたっては、現地の谷に沿

って観察される岩石の変質や小断層、さらに付近が地すべり地形であることなどを考慮し、慎重に流域全体の水文地質検討する必要がある。

#### ②貝沢

ボーリング孔は対照流域(流域C)の出口部に位置し、硬い小仏層群地域(頁岩)で掘削調査した。地質は、孔低まで硬い頁岩で、所々に亀裂が認められ、深度28m付近までが風化帯(浅部)である。28m以深は再び頁岩が続き、深度40mから再び亀裂が多くなり、45m以深が強風化帯であった。そこで、孔井の地質と検層結果を踏まえ、41m～49mにスクリーンを設置した。なお、亀裂部の透水係数は $10^{-6} \sim 10^{-5}$ cm/sec. のオーダーで、比較的小さい。孔内洗浄後に孔内水位は上昇し、現在はなめるように少量を自噴している。

なお、本流域の水文地質の把握にあたっては、沢の山頂及び尾根部の平坦地には基盤岩を覆って火山灰層が堆積し、土壤が発達していること、源頭部が平坦地の下に当たる所では、パイプ流の痕跡が認められることにも配慮する必要がある。

#### ③ヌタノ沢

A沢とB沢で挟まれた尾根に位置し(写真1)、両谷斜面には風化した石英閃緑岩が露出している。A沢との比高は約20m、B沢との比高は約30mである。地質は全般に風化した石英閃緑岩で、深度30mまでと42m以深の風化が著しい。孔井の地質及び物理探査結果(図1)から帯水層は深度28m付近と43m以深と考えられたので、スクリーンを40～45mに設置した。観測井戸の水位は地表から凡そ21mで、A沢の谷底の標高とほぼ同じである。なお、ボーリング日報によれば、掘削中の孔内水位は深度30mを越すと安定すること、さらに孔内水温が深度32m以深で低下傾向となることから、深度30m付近を境に水文地質状況が変わる可能性がある。

なお、本地域が位置する中川川流域に沿ってN60° Eの方向の節理と沸石脈が発達しており、ヌタノ沢でも同様の節理と沸石脈が確認されている。したがって、このことに留意して地質構造を精査し、流域内の地下水流動機構を解明し、モデルへ反映させる必要がある。

#### ④フチジリ沢

調査地は、箱根外輪山の東斜面で、地質図では狩野溶岩グループに分類されている。火山灰等の噴出物が想定されたが、地質は2m余りの表土・火山灰層の下位に孔低まで火砕流堆積物であった。なお、採取されたコアに手で触れると崩れるほどで、固結度は低い。この火砕流堆積物はフチジリ沢河床に露出している火砕流堆積物と同等と考えられる。コア観測結果及びキャリパー検層、比抵抗検層等の結果から、地盤中に帯水層は認められず、湧水圧試験では透水係数が $10^{-8} \sim 10^{-7}$ cm/sec. のオーダーであった。これらの調査結果を踏まえ、スクリーンは火砕流堆積物(コア)の固結度が低くなる40m以深の45～50mに設置した。なお、観測孔の水位は地表から凡そ35mで、直下の谷底より低い。

### (8) 課題

モニタリング結果を基に試験流域の水循環、水収支を検討し、森林管理の効果を精度よく評価するため、流域の水文地質の把握が重要である。水文地質は、流域の保水性、とくに地下水の胚胎状況を示す重要な要素であり、4試験流域で実施したボーリング査結果に、現地踏査を加え、併せて個別に触れた多様な水文地質特性に関する情報の取得に努めている。これらの結果を水循環モデル解析や流況解析に反映させながら、精度向上に必要な事項を抜き出し、引き続き水文地質特性の解明を進める必要がある。

### (9) 成果の発表

なし

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
B 水源林の保全と再生技術に関する研究
- (2) 研究期間 平成 19～23 年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 水源林整備事業費）
- (4) 担当者 田村 淳・山根正伸

### (5) 目的

本課題の目的は、水源林整備事業における整備効果の検証と、水源林としての整備手法の検討である。平成 23 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、広葉樹林では林分構造を調査した。これらの調査地のうち丹沢山地に含まれる箇所でセンサーカメラを使ったシカの生息状況を調査した。また、人工林の針広混交林への誘導の可能性を検討する試験地を設定して、実施後 2 年目の高木性樹木の更新状態を調査した。現地調査はすべて新日本環境調査株式会社に委託した。

### (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、④針広混交林化調査である。①は 13 箇所 24 調査区、②は 4 箇所 8 調査区、③は 9 箇所、④は 1 箇所で行った（表 1）。

調査方法は①では光環境と植生、土壌移動量を調査した。②では各箇所に 20m×20m の調査区を 2 点設置して、胸高直径、樹高、伐採木の根元直径、林床植被率、土壌侵食深（鉄筋杭を林内に 36 本ないし 21 本設置）、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 2 ヶ月間に撮影される動物を記録した。④では 2009 年に群状伐採した 25m×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、更新木の樹種と樹高を調べた。なお、①の植生モニタリングは平成 19 年度に調査地の設定および調査した箇所の追跡である。

表 1 H23 年度調査地一覧

No.	管内	契約地No.	場所	林相	植生 モニタリング	広葉樹林の 林分構造調査	シカの生息 状況調査	人工林の混交 林化調査
1	湘南	H15-協-01	伊勢原市日向	広葉樹	in2、out2	2	○	
2		H15-協-03	秦野市菩提字小玄台	広葉樹	in2、out2	2	○	
3		H17-協-09	清川村宮ヶ瀬	スギ	in 1、out1		○	
4		H10-協-12	津久井町鳥屋松茸山	広葉樹	in 1、out1	2	○	
5	県央	H15-協-21	津久井町青野原三ノ谷	広葉樹	in2、out2	2	○	
6		H15-協-28	相模湖町小原	ヒノキ	1			
7		H16-分-09	藤野町佐野川川本	スギ	1			
8		H14-協-19	山北町向原	ヒノキ	1		○	
9	足柄上	H15-分-08	山北町平山 1	スギ	1		○	
10		H15-分-09	山北町平山 2	ヒノキ	1		○	
11		H9-協-06	松田町寄	スギ			○	○
12		H17-立-01	小田原市久野 1	ヒノキ	1			
13	西湘	H17-立-02	小田原市久野 2	ヒノキ	1			
14		H17-分-07	小田原市久野 3	ヒノキ	1			

※植生モニタリングの in は植生保護柵内、out は柵外、数字は調査区数を示す。林分構造調査も同様。

(7) 結果の概要

ア 植生モニタリング

開空度は10%程度のところが多かった(表2)。4年前のデータと比較すると開空度は最大で6.9%改善したところもあれば、8.4%悪化したところもあり、平均で0.7%低下していた。林床植生は、柵を設置した箇所において低木層または草本層の植被率は柵内で高く、現存量も柵内で多かった。丹沢以外の箇所ではいずれも草本層植被率は40%以上あった。土壌侵食深は、全体としてマイナス(侵食)になっている箇所が多く、丹沢以外で植物の繁茂する箇所においてもマイナスになっていることから、測定誤差の大きいことが示唆される。学識経験者からは、鉄筋杭による土壌侵食深(土砂移動測定:USLEタイプ:Universal Soil Loss Equation)は短期的な評価になじまないと指摘されており、今後はモニタリング間隔をのばすことを検討する。

表2 調査した13箇所の結果

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 <sup>2</sup> )	土壌深 変化量 (mm)
伊勢原市日向	広葉樹林	柵内	12.8	20	15	27	-4.5
	〃	柵外	7.5	10	1	1	-2.1
	〃	柵内	11.0	3	5	5	-5.2
	〃	柵外	9.6	10	2	1	0.7
秦野市菩薩 字小玄台	広葉樹林	柵内	10.8	70	40	120	-2.2
	〃	柵外	8.3	50	7	6	-3.9
	〃	柵内	9.3	70	15	26	-4.8
清川村宮ヶ瀬	〃	柵外	7.4	60	3	2	-3
	スギ人工林	柵内	9.0	15	50	144	-0.2
津久井町鳥屋 松茸山	〃	柵外	10.4	1	40	69	-0.2
	広葉樹林	柵内	10.3	60	35	34	1.2
津久井町青野原 三ノ谷	〃	柵外	8.5	50	15	5	1.6
	広葉樹林	柵内	17.1	20	70	292	-2
	〃	柵外	13.1	5	5	8	-1.3
	〃	柵内	10.9	10	8	37	-3.3
相模湖町小原 藤野町佐野川川本	〃	柵外	11.0	20	3	8	-4.1
	ヒノキ人工林	柵なし	10.5	0	60	59	0.2
山北町向原 山北町平山1	スギ人工林	柵なし	9.2	15	75	94	4.2
	ヒノキ人工林	柵なし	9.3	60	40	208	-1.5
山北町平山2 小田原市久野1	スギ人工林	柵なし	10.0	5	75	308	-5.1
	ヒノキ人工林	柵なし	10.8	10	60	72	-3.4
小田原市久野2 小田原市久野3	ヒノキ人工林	柵なし	11.4	50	60	74	3.1
	ヒノキ人工林	柵なし	9.9	1	70	50	-2.1
	ヒノキ人工林	柵なし	9.1	30	70	50	-0.2

イ 広葉樹林整備地の林分構造調査

施業をした箇所でも密度が高い調査区あれば、施業をしていなくても密度と胸高断面積の低い調査区があった。施業をした5調査区のうち4区では直径分布(DBH分布)が小径階に本数の多いL型分布が保たれていた。密度や胸高断面積合計、直径分布に関わらず林床植被率は1~21%と低かった(表3)。

過年度までのデータを合わせて、丹沢と南足柄地域における直径分布の違いによる林床植被率を比較すると、南足柄地域ではL型分布でも林床植被率が30%以上あるのに対し、丹沢では直径分布によらず林床植被率は10%未満であった。丹沢では施業に関わらず、シカの影響を受けて林床植被率が低くなっていることを示唆している。

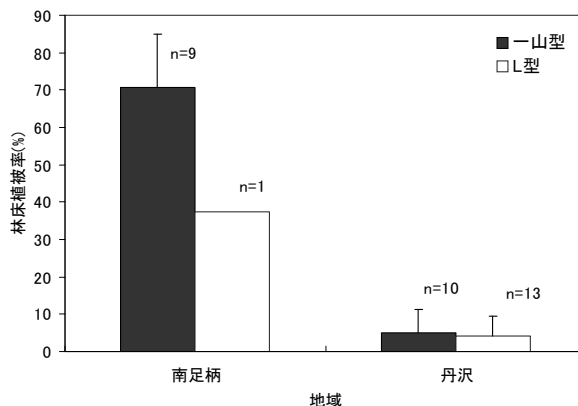


図1 地域別直径分布別の林床植被率

表3 林分構造の概要

場所	調査区	施業の有無	優占種	密度 (n/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	DBH 分布	林床植被率 (%)	開空度 (%)
伊勢原市日向	A	あり	ウラジロガシ	1,475	24.9	L型	1	7.8
	B	あり	ヤマザクラ	975	34.8	一山型	1	13.1
秦野市菩提字小玄台	A	無し	コナラ	2,700	29.0	L型	21	7.6
	B	無し	フサザクラ	2,350	24.0	L型	5	7.1
津久井町鳥屋松茸山	A	あり	クマシデ	2,325	26.7	L型	1	7.7
	B	あり	コナラ	3,350	34.5	L型	2	6.2
津久井町青野原三ノ谷	A	あり	エンコウカエデ	1,925	27.3	L型	1	16.7
	B	無し	クマシデ	550	19.8	一山型	1	8.5

\*：密度および胸高断面積合計値は樹高 1.5m 以上の生育している樹木すべてのものである。

### ウ シカの生息状況調査

過年度までのデータも合わせ解析すると、撮影枚数の少なかった箇所を除き、いずれもシカがもっとも多く撮影された。次いでイノシシであった（図2）。他の動物ではツキノワグマが撮影された場所が3箇所あった。

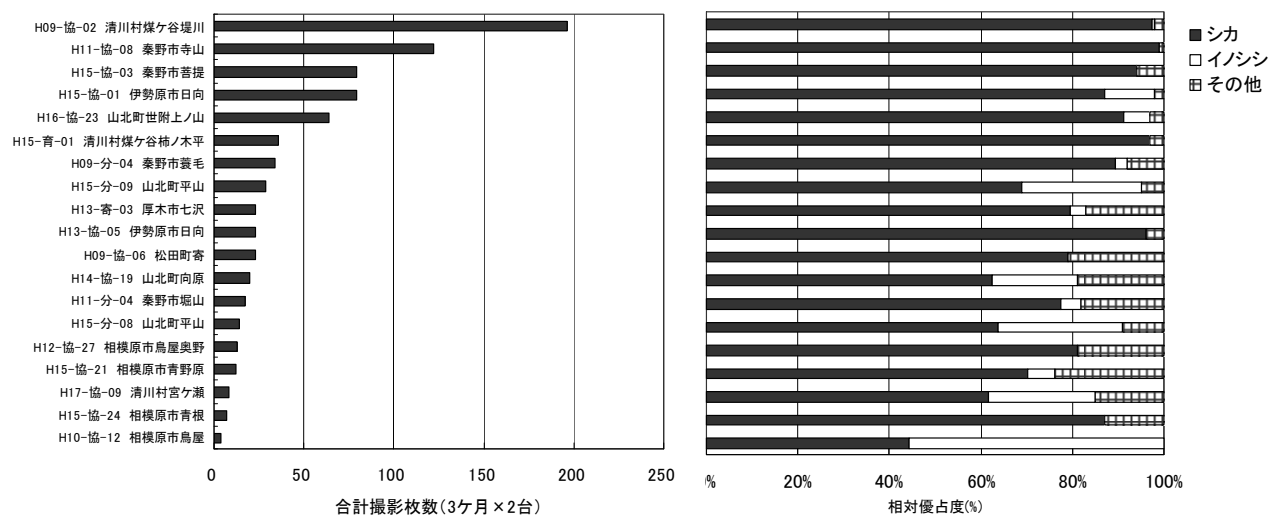


図2 センサーカメラによる動物の利用状況（左はシカの撮影枚数、右は全撮影枚数に対する動物の優占度）

### エ 針広混交林化調査

更新木の種数は柵内で17種と最も多く、柵外の3区は8~9種であった。更新木の密度も柵内でも最も多く、柵外の5~20倍であった（表4）。全体として多かったのは先駆樹種のフサザクラとカラスザンショウ、アカメガシワ、針葉樹のスギであった（表4）。他にはクマノミズキやヤマグワ、オオバ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風散布型であり、重力散布はコナラの1種であった。先駆樹種の3種の樹高はいずれも柵内で高く60~130cmあったが、柵外ではいずれも10cm未満であった（図3）。動物の利用状況については、3ヶ月の期間でシカがもっとも多く撮影され、全撮影枚数の約8割を占めた（図2）。しかし、同様の調査をした19箇所のなかで本調査区はシカの撮影枚数が多いわけではなかった（図2）。

以上のことから、事業実施後2年目において柵内外で出現種数と密度、樹高に差異があり、昨年と同様にシカの採食影響が持続していることを確認した。柵外ではシカを捕獲するか植生保護柵をしないと更新木の成長は見込めないと考えられた。柵内ではカラスザンショウなどの先駆樹種が多いため、当面はこれらの樹種がギャップ内を優占する可能性が高いと考えられた。

表4 更新木の密度 (/ha)

樹種名	柵外上	柵外中	柵外下	柵内	合計
フサザクラ	4,250	9,250	20,000	152,250	185,750
カラスザンショウ	1,250	250	500	43,250	45,250
アカメガシワ	500	250	500	30,500	31,750
スギ	3,000	2,000	23,500	3,750	32,250
クマノミズキ	3,000	500	0	10,750	14,250
ヤマグワ	250	1,500	1,500	6,500	9,750
オオバノキハダ	0	0	0	4,500	4,500
イヌシデ	250	250	1,250	250	2,000
リョウブ	0	500	750	0	1,250
ヤマハンノキ	0	0	500	500	1,000
コナラ	0	0	250	500	750
アカシデ	0	0	0	500	500
ネムノキ	0	0	0	500	500
イロハモミジ	0	0	0	250	250
クマシデ	0	0	0	250	250
コブシ	0	0	0	250	250
バッコヤナギ	250	0	0	0	250
ミズキ	0	0	0	250	250
ヤマザクラ	0	0	0	250	250
合計	12,750	14,500	48,750	255,000	331,000

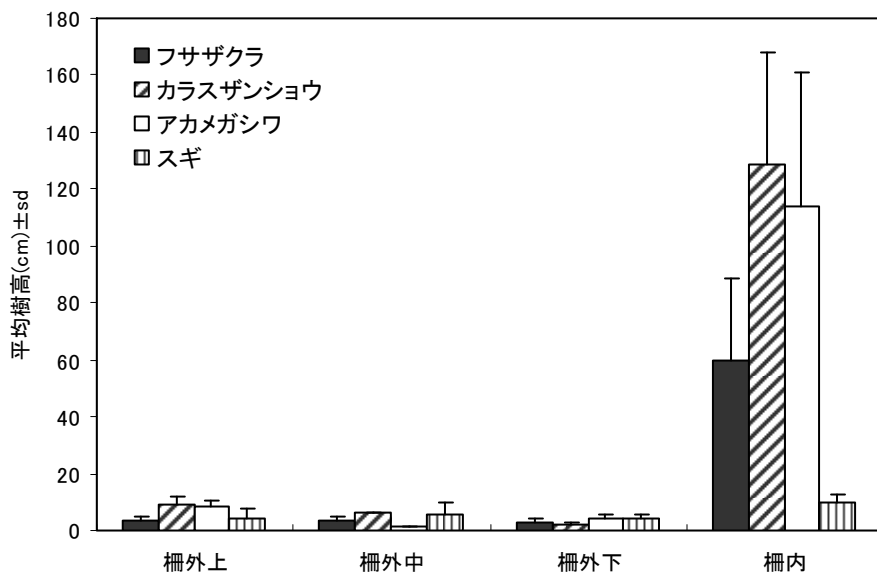


図3 更新木の樹高

(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

なし

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
Ca ニホンジカの効果的な管理技術の開発-水源林整備ニホンジカ管理モデル調査-
- (2) 研究期間 平成 19～23 年度
- (3) 予算区分 県単（特別会計 水源林整備事業費）
- (4) 担当者 山根 正伸

### (5) 目的

水源林整備と一体的なシカ管理のモデルを開発するため、水源林整備地における効果的なシカ生息密度推定方法の開発と、シカの行動特性を明らかにして、水源林整備事業の円滑な推進に資することを目的とする。本課題は、(株)野生動物保護管理事務所に委託して行った。

### (6) 研究方法

#### ア. シカ生息密度推定

##### ① 糞粒法

林縁と林内では光環境が異なるため、調査地は林縁から 15～20m 程度離れた林内に限定した。調査は、実験区である寄水源林の東部・西部と、秦野峠の対照区について、それぞれ 3ヶ所ずつ、1ヶ所あたり約 1ha の範囲で調査を行った。その際、4～8 名の調査員を 4～5m 間隔で配置し、その間隔に 1m×1m の枠を地面に設置して、枠内のシカ糞を数えた。また、調査地 1ヶ所につき最低 120 個の枠を設置した。シカの糞粒は、大きさや新旧の状態にかかわらずカウントした。カウントの際は、糞粒の形が明瞭なものは 1粒としてカウントし、糞粒の形が崩れている場合は、糞粒の形の半分が確認された場合ものは 1粒としてカウントし、半分も確認されなかった場合ものは、ゼロとした。この方法で得た平成 19～23 年度に実施した糞粒調査結果を基に、密度推定プログラム「FUNRYU Pa ver.1」(池田、2005)を用いて調査地におけるシカの生息密度を算出した。

##### ② カメラ撮影法

松田町寄水源林で、シカの新しい糞や踏み跡などが確認された獣道に向けて自動撮影カメラを 34 台設置した。カメラは 1月 18～19 日に設置して、2月 16～17 日に回収した。稼働期間は 28～30 日である。

密度評価を行うために、式 1 を用いた。

$$D = \frac{y}{t} \frac{\pi}{vr(2+\theta)} \quad (\text{式 1})$$

ここで、 $y/t$  はある時間内に撮影された写真の枚数 (撮影率)、 $v$  はシカの移動速度、 $r$  はカメラの探知距離、 $\theta$  はカメラの探知角度である。この式 1 は、Hutchinson & Waser (2007) によって考えられたガス分子の衝突率を描写するための機構的モデルを、生物同士や生物と調査員、卵子と精子などの接触率へ応用した式 2 をもとに、カメラトラップの探知ゾーンを考慮したモデルが式 3 であり、さらにこの式 3 を変形させた式が、式 1 である。この式を用いることにより、カメラトラップによって得られるデータから、探知確率を考慮した密度評価を行うことができる (Rowcliffe ら 2008)。

$$y = 2rtvD \quad (\text{式 2})$$

$$y = \frac{2+\theta}{\pi} rtvD \quad (\text{式 3})$$



実際に得られたデータから、式1を用いて平均密度を得た。その平均密度の95%信頼区間を得るために、ばらつきのあるパラメータ ( $\mu$ ,  $\nu$ ,  $g$ ) をノンパラメトリックブーツストラップ (Efron&Tibshirani1993) によってリサンプリングを行った。カメラに関するパラメータ  $r$  や  $\theta$  の分散は0と仮定した。

## イ. シカの行動特性把握

GPS 首輪装着のための捕獲は、2011年7月に実施した。2010年度に装着したGPS 首輪の回収は2011年10月に行った。今年度首輪を装着した個体の位置確認は、1~2ヶ月に1回行うこととし、最終のデータ取得は2012年2月17日に実施した。

シカに装着したGPS 首輪は、スウェーデンのTVP Positioning AB社製Tellus T5Hを用いた。測位スケジュールは1時間間隔に設定した。GPS 首輪回収のための脱落時期は1年後に設定した。GPS 首輪にはVHFビーコンが内蔵されており、地上波による個体追跡を行うことが可能となっている。

装着個体の捕獲は、麻酔銃 (Telinject社4V型) を用いて行った。不動化の際は、塩酸ケタミン200mgと塩酸キシラジン200mgの混合液を用い、副作用を取り除くために硫酸アトロピンも適宜追加した。捕獲したシカは、GPS 首輪、VHF電波発信器を装着し、計測等を行い、作業終了後は拮抗剤としてアンチセダンを筋注してから放野した。

GPS 首輪により個体の位置は自動的に測位されるが、首輪の作動状況と首輪回収前のシカの行動と位置を確認するため、月1回程度地上波による追跡を行った。追跡にあたっては、受信器と3素子型八木アンテナ (米国ATS社) を用いて、電波の発信方向を探り、地図上に方向を描いた。地形などを考慮した上で、最低3地点から方探して描かれた三角形の重心を個体位置として定位した。個体位置の定位は、なるべく30分以内に行うこととした。

## (7) 結果の概要

### ア. シカ生息密度推定

#### ① 糞粒法

過去5ヶ年の比較から、寄水源林地域のシカ生息密度は、平成19年度より減少し、平成20年度から平成22年度までの間に大きな差異は無く、平成23年度に再び増加していた。対照区の秦野峠地域のシカ生息密度はやや減少する傾向があった。

平成19年度以降の糞粒密度データを用いて、「FUNRYU Pa ver.1」(池田、2005)によるシカ生息密度を算出したところ、平成19年度が最も高く45.4頭/km<sup>2</sup>であった。寄水源林内の地域別では、平成20年度に調査を開始した寄沢奥の地点1で平成20年度と21年度ともに生息密度がもっとも高く、それぞれ90.2頭/km<sup>2</sup>、54.6頭/km<sup>2</sup>であった。次いで平成19年度の寄沢右岸が高く66.0頭/km<sup>2</sup>であった。しかし、平成23年度の糞粒調査のデータを用いて推定したシカ生息密度は寄沢奥が最も低く11.6頭/km<sup>2</sup>であった。一方、寄沢右岸と寄沢左岸は39.0頭/km<sup>2</sup>と47.2頭/km<sup>2</sup>であり、全域の密度は平成22年度の推定密度より増加する傾向を認められた。

平成20~22年度において、寄沢右岸と寄沢左岸において生息密度はほぼ横ばいであったのに対し、寄沢奥と秦野峠では減少していた。そして、寄水源林地域は減少と安定後の増加し、秦野峠地域は減少する傾向が見られた(図1)。

#### ② カメラ撮影法

カメラ撮影法によりシカ生息密度を推定したところ、平成23年度は23.9頭/km<sup>2</sup>(信頼区間9.6~47.9)であった。平成21年度は24.5頭/km<sup>2</sup>(信頼区間1.8~69.7)であり(図2)、平成22年度は17.6頭/km<sup>2</sup>(信頼区間8.9~29.8)であったことから、寄水源林のシカ生息密度は同程度の水準で推移していると考

えられる。

### ③ 総合考察

複数のシカ密度推定法による平成 19～23 年度のシカの推定密度は、平成 22 年度まで有意に減少していた（表 1）。しかし、平成 23 年度の糞粒法とカメラ撮影法による推定密度は再び増加する傾向があった（表 1）。秦野峠地域では、平成 20 年度から 23 年度に至るまで継続的に減少していた。減少がみられた要因として管理捕獲の効果や食物条件の悪化などが考えられるが、詳細は不明である。寄水源林と秦野峠地域では水源林の整備が行われている。また、水源林整備と一体的なシカ管理のモデル地域として、平成 19 年度から管理捕獲が実行されている。平成 22 年度まで認められた生息密度の減少は、鳥獣保護区である当地域において管理捕獲が実施されている効果であると考えられる。

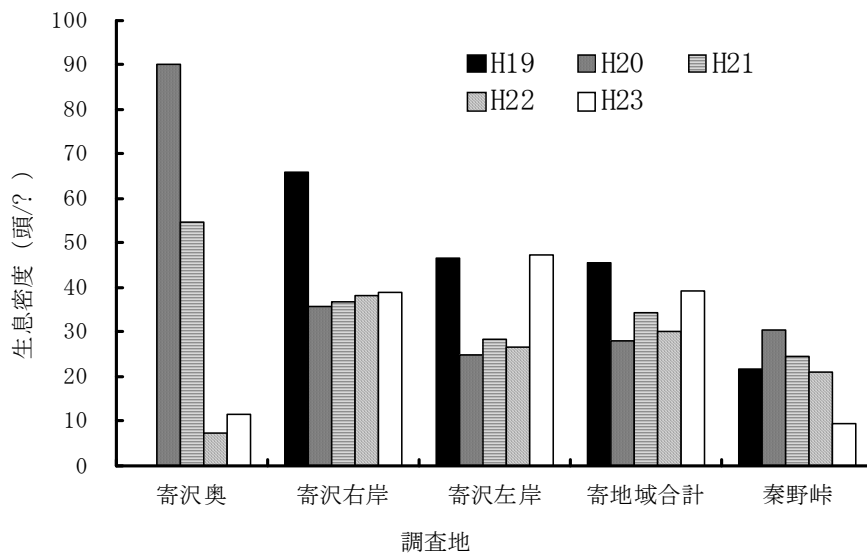


図 1 糞粒法による過去 5 ヶ年の生息密度の変化

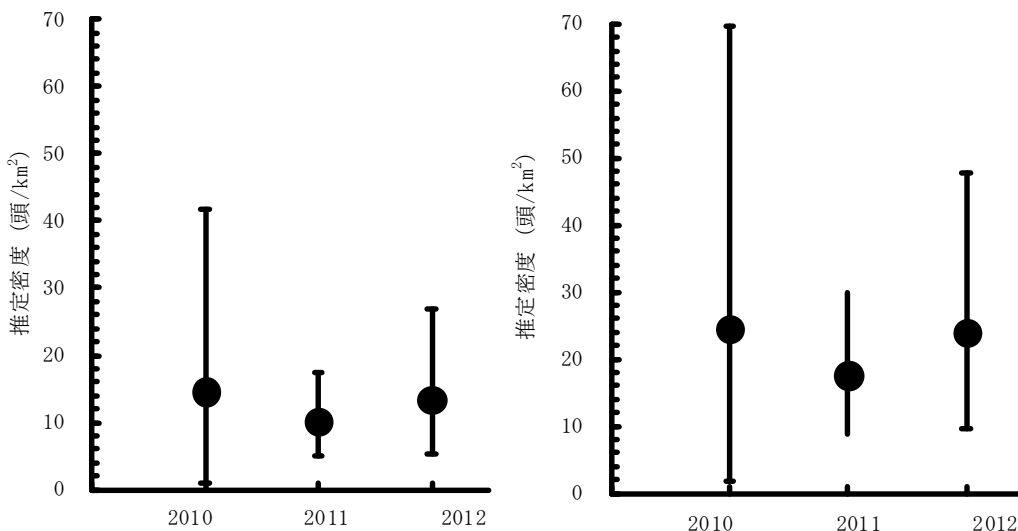


図 2 カメラ撮影法による推定密度の年次変化

左図は全写真による群れサイズ使用、右図は 2 頭以上の写真による群れサイズ使用

表1 複数シカの密度推定法における生息密度および年次変化

年度	推測法 地域名	生息密度 (頭/km <sup>2</sup> )		
		糞粒法	区画法*	カメラ撮影法**
H19年度	寄	45.4	24.0	-
	秦野峠	21.6	14.9	-
H20年度	寄	28.0	19.4	-
	秦野峠	30.3	37.3	-
H21年度	寄	34.5	13.2	24.5
	秦野峠	24.6	19.3	-
H22年度	寄	30.0	11.2	17.6
	秦野峠	21.1	8.8	-
H23年度	寄	39.3	10.5	23.9
	秦野峠	9.6	10.5	-

\*. 平成22年度、平成23年度神奈川県「ニホンジカ生息状況調査委託業務」の調査結果から引用。寄の密度は寄沢左岸の密度である。

\*\* . シカの群サイズはシカ2頭以上写った写真によって算出した。

## イ. シカの行動特性

これまでの5ケ年の結果から、季節移動があるとみられる寄シカ 0801 や、積雪などの気象条件や餌による季節移動であるか不明である寄シカ 0901 の移動、一時的な移動がみられた寄シカ 0902 と寄シカ 1003、定住型を示していた寄シカ 1002 など多くのタイプが確認された。それに合わせて、生息地選択も個体ごとに傾向が異なっていた。

他の地域も含めて、季節的な移動についてはいくつか報告されている。積雪の多い北海道 (Igota et al. 2004、梶ら 2006)、栃木県日光 (丸山 1981)、岩手県五葉山 (高槻 1992) では、積雪や餌資源、捕食者回避により季節的な移動が引き起こされていることが報告されている。また、積雪の少ない九州中央山地 (矢部・小泉 2003) や、神奈川県丹沢山地 (野生動物保護管理事務所 2002、瀧井ら 2003) でも季節的な移動をすることが報告されおり、これらの季節移動の要因として、積雪、生息地の餌条件、狩猟、社会的要因などがあげられている。一方で、寄シカ 0902 寄シカ 1003 でみられたような、一時的な移動の事例も報告されている。このように、各地で多くの事例が確認され、シカが多様な生活様式を持っていることが示されている。本調査地においては、シカの行動と施業履歴や植生との総合解析により各個体の特性や共通の特性を把握することが課題である。

### (8) 成果の発表

姜兆文・山根正伸・今野建志郎・山田雄作 (2011) ガス分子モデルカメラ (GMMC) 法によるニホンジカ生息密度調査技術の確立. 哺乳類学会 2011 年大会要旨集

山根正伸 (2011) シカ管理と森林整備の一体化. 「里山創生～神奈川・横浜の挑戦～」(佐土原聡ほか編 創森社出版)

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備に関する研究開発

- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
Cb ニホンジカの効果的な管理技術の開発ー水源林におけるシカ行動特性調査ー
- (2) 研究期間 平成 23 年度～
- (3) 予算区分 県単（特別会計 水源林整備事業費）
- (4) 担当者 山根 正伸

### (5) 目的

水源林整備地における森林整備と一体的なシカの管理に向けて、水源林整備地とその周辺に生息するニホンジカ 8 頭に GPS 首輪を装着し、その行動特性を把握することで、水源林整備事業の円滑な推進に資することを目的とする。本課題は、梶野生動物保護管理事務所に委託して行った。

### (6) 研究方法

#### ① 調査地

清川村地内水源林整備地である宮ヶ瀬湖東の鳥獣保護区を捕獲地域とした。

#### ②調査方法

行動圏を解析するためのシカ捕獲は麻酔銃（Dan-Inject 社 JM SP）を用いて行った。不動化の際は、塩酸ケタミン 200mg と塩酸キシラジン 200mg の混合液を用い、副作用を取り除くために硫酸アトロピンも適宜追加した。捕獲したシカには GPS 首輪および VHF 電波発信器を装着した後イヤータグをつけ、計測等を行い、作業終了後は拮抗剤としてアンチセダンを筋注してから放野した。

GPS 首輪は、メーカーやロットによる故障リスクを低減するため 2 種類のものを用いた。スウェーデンの Followit Holding AB 社製 Tellus T5H、およびドイツの VECTRONIC aerospace GmbH 社製 GPS Plus の 2 種類である。

GPS 首輪により個体の位置は自動的に測位されるが、首輪の作動状況とシカの位置を確認するため、月 1 回程度地上波による追跡を行った。追跡にあたっては、受信器と 3 素子型八木アンテナ（米国 ATS 社）を用いて、電波の発信方向を探り、地図上に方向を描く（この作業を方探とよぶ）。地形などを考慮した上で、最低 3 地点から方探して描かれた三角形の重心を個体位置として定位した。個体位置の定位は、なるべく 30 分以内に行うこととした。

GPS 装着個体とある一定の距離に近づけた場合、UHF 通信によるデータダウンロードが可能となる。方探の際に強い電波が確認された場合はデータダウンロードを行った。ダウンロードには followit 社製の首輪では専用ソフト（TPMII RCD-04）をインストールしたノートパソコンと受信機（RCD-04）を、vectronic 社製の首輪では双方向通信機器（Handheld Terminal）を用いて行った。

GPS から得られた情報は地理情報システム（ArcGIS10.0）を用いて、パソコンで地図上に表示させ測位地点とした。また、測位地点を時系列で結びラインとして出力し移動ルートを把握した。

行動圏は捕獲後に得られた全データを用い算出した。算出方法は 100%最外郭法（Mohr 1947）を用いた。算出には Mapinfo を用いて面積を求めた。

## (7) 結果の概要

8頭のシカにGPS首輪を装着した(表1)。性別はオス2頭、メス8頭である。そのうち管理捕獲により撃たれてしまった2個体(個体1101、1104)と、湖に測位地点が落ちデータ通信が不可能な個体(個体1105)を除き、正常に追跡ができていたのは5個体であった。そのうち1個体は測位地点が極端に少ないといった首輪の不調が認められている。

すべての個体は水源林整備地周辺鳥獣保護区で捕獲しGPS首輪を装着したが、捕獲地点付近に留まる個体や、宮ヶ瀬湖を渡り行動圏を広域に広げる個体、捕獲地点を中心に広く山を利用する個体などの移動・定住パターンが確認された。

森林整備がニホンジカの行動および土地利用へ与える影響を調べるには、その周辺を利用する複数個体について、森林整備前後の数年間の土地利用状況を把握するのが望ましい。それには長期的な追跡を目標とし、故障率が低く測位精度の高いGPS首輪を選択して利用する必要がある。そのため、本事業では製品の比較検討およびリスク分散としてfollowit社Tellusおよびvectronic社GPS Plusの2種類のGPS首輪を導入しニホンジカに装着した。Tellusのうち1台は通信が不可能となったが、湖へ沈んでしまったことによる電子トラブルによるものと考えられる。また、GPS Plusの3台のうち1台は不調が確認されたが、そのほかの2台では測位率が100%と非常に高い値を示すことがわかった。これまでのGPS首輪の故障は蓄積データに異常が確認されることや、バッテリーの消耗によることがあげられる。全ての個体で最終ダウンロードを行った3月2日にはバッテリートラブルに関する電波信号は確認されていないが、首輪を作動させてから長い個体で3ヶ月程度であり、これからの継続的なモニタリングが必要である。また、万が一バッテリートラブルに見舞われた際はいち早くGPSを回収できるよう、最低でも2ヶ月に1度は信号を確認することが必要である。

GPS首輪を装着しデータが得られた7個体の情報から水源林整備地周辺の利用が確認された(図2)。また、捕獲地点の狭い範囲に滞在する個体や、湖を渡り対岸へ移動する個体、捕獲地点を中心に幅広く動く個体など様々な移動パターンを持つことが明らかになった(図2)。本事業の捕獲対象地域で捕獲されたニホンジカは水源林整備地を行動圏の一部として含み様々な行動パターンを示している。このことからGPS首輪装着個体の行動圏に含まれる土地で森林整備を行うことで、食物環境に変化があった際に整備地の集中利用など、よりはっきりとした情報が得られる可能性があることがわかった。故障や狩猟による捕獲を考慮して複数頭へのGPS首輪装着を行っていくことが今後の課題である。

## (8) 成果の発表

姜兆文・山根正伸・今野建志郎・山田雄作(2011)ガス分子モデルカメラ(GMMC)法によるニホンジカ生息密度調査技術の確立. 哺乳類学会2011年大会要旨集

山根正伸(2011)シカ管理と森林整備の一体化. 「里山創生～神奈川・横浜の挑戦～」(佐土原聡ほか編 創森社出版)

表 1 捕獲個体の概要

個体番号	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108
捕獲年月日	2011/12/7	2011/12/8	2011/12/8	2011/12/14	2011/12/16	2012/2/8	2012/2/9	2012/2/23
天候	晴	晴	雨	晴れ		晴	晴	雨
捕獲場所	宮ヶ瀬湖畔ワシガ沢	宮ヶ瀬湖畔 仏果山登山口北	宮ヶ瀬湖畔ワシガ沢	宮ヶ瀬湖畔ワシガ沢	宮ヶ瀬湖畔ワシガ沢	宮ヶ瀬湖畔 やまびこ大橋付近	宮ヶ瀬湖畔 宮ヶ瀬トンネル東	宮ヶ瀬湖畔 仏果山登山口北
捕獲方法	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃	麻酔銃
イヤタグ左(色)	1(黄)	3(黄)	5(黄)	7(黄)	9(黄)	11(黄)	13(黄)	15(黄)
イヤタグ右(色)	2(黄)	4(黄)	6(黄)	8(黄)	10(黄)	12(黄)	14(黄)	16(黄)
性別	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂
体重(kg)	63	—	56	53	52	50	55	37
GPSテレメ周波数	149.886	149.686	148.188	146.266	146.288	149.246	149.646	149.346
VHFテレメ周波数	149.184	145.023	148.587	149.584	148.384	146.673	148.985	149.386
GPS首輪種類	Tellus T5H1D	Tellus T5H1D	Tellus T5H1D	Tellus T5H1D	Tellus T5H1D	Vectronic GPSPLUS 1D	Vectronic GPSPLUS1D	Vectronic GPSPLUS1D
本体色	青	赤	青	黄	赤	青	青・赤	青
ベルト色	青	赤	青	黄	赤	青	青	灰
推定年齢	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	7.5	5.5	1.5
年齢推定方法	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の摩滅	歯の萌出
乳汁分泌	—	—	有	無	有	無	無	—
乳腺	—	—	発達	—	発達	発達	発達	—
全長(直)(mm)	1433	1230	1510	1210	—	1552	1395	1262
全長(沿)(mm)	1640	1440	1528	1370	—	1643	1680	1410
体長(mm)	934	850	1010	800	—	—	880	652
尾長(mm)	140	130	127	120	—	131	117	107
体高(mm)	875	—	873	670	—	870	763	787
肩高(mm)	834	—	653	620	—	851	756	703
頭囲(mm)	535	45	493	460	—	550	420	435
(前)(mm)	440	335	327	265	—	414	310	290
(中)(mm)	470	345	352	288	—	403	344	310
(後)(mm)	570	502	409	315	—	445	388	410
胸囲(mm)	920	840	874	775	—	846	804	790
胴囲(mm)	1090	1080	1074	910	—	962	877	925
腰囲(mm)	960	845	—	1080	—	816	951	740
後肢長ツマリ(mm)	435	395	—	405	—	426	430	404
ツマシ(mm)	295	335	—	360	—	364	351	353
前肢長ツマリ(mm)	320	300	—	560	—	581	571	312
ツマシ(mm)	275	255	—	540	—	524	530	279
後肢ツマシ(mm)	55	60	—	35	—	66	60	50
ツマ幅(mm)	20	18	—	20	—	52	43	20
前肢ツマシ(mm)	60	65	—	35	—	59	57	45
ツマ幅(mm)	20	18	—	15	—	47	46	20
耳介長(内)(mm)	150	143	—	120	—	146	138	143
耳介長(外)(mm)	155	155	—	140	—	160	154	150
耳介幅(mm)	75	70	—	70	—	78	77	77
角ポイント数	4	—	—	—	—	—	—	1



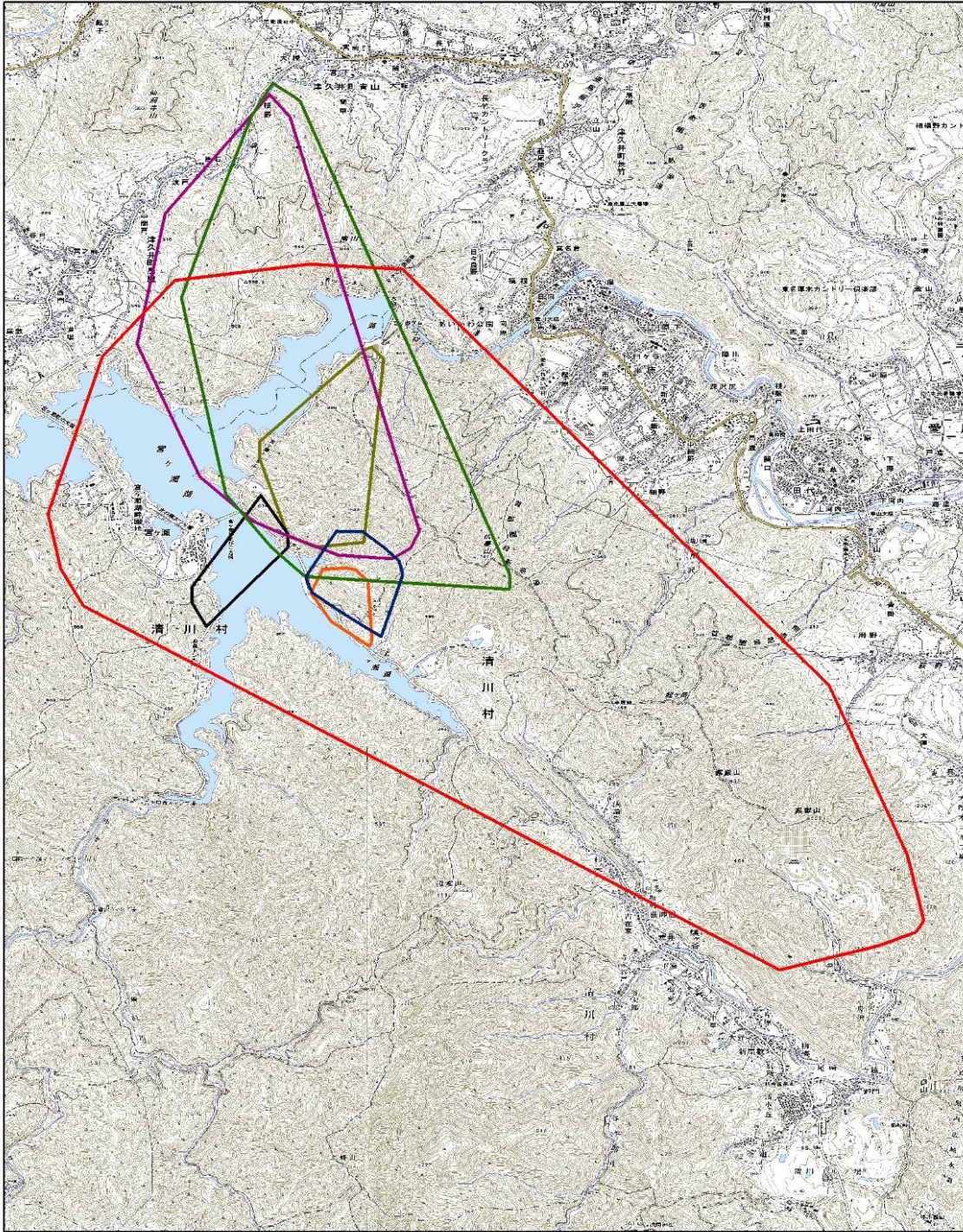


図5-13. 100%最外郭行動圏(全期間)



図2 7頭の行動圏



### 3 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

- (1) 課題名 3-1 スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究  
A 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 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業、森林総合研究所より受託）
- (4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・河野明子

#### (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

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を図る。

##### ①苗木生産者における無花粉スギ検定

無花粉スギの種子による実用化を図るため、神奈川県では平成19年に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。しかし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。すでに生産中の無花粉スギ実生苗を用い、その原因の解明と改善を図るため、生産している無花粉スギの検定により、無花粉の発現率の確認を行う。

##### ②父親実生苗による無花粉スギ検定

閉鎖系採種園内の外部花粉の影響を明らかにするため、袋掛けによる人工交配を行う。また、花粉親の無花粉遺伝子のヘテロ性を確認するため、強制着花による無花粉遺伝子のヘテロ性の確認の準備を行う。

##### ③人工交配との比較による閉鎖系採種園の評価

閉鎖系採種園の施設の問題点を明らかにするため、人工交配試験を実施する。また閉鎖系採種園の施設としての評価のため、採種木の開花状況の調査、花粉飛散量調査、気象要因の調査を行う。

#### (7) 結果の概要

##### ①苗木生産者における無花粉スギ検定

苗木生産者で生産している無花粉スギの実生苗の検定を実施した。平成20年産の閉鎖系採種園産種子の無花粉スギ出現率は、いずれも1/3～1/4で期待値に適合しなかった。しかし人工交配を実施した苗の無花粉発現率は、51%で期待値に近い値となった。この結果から、無花粉発現率の低下は苗木生産上の問題ではなく、閉鎖系採種園で生産した種子の問題と考察された。

##### ②父親実生苗による無花粉スギ検定

父親に用いている神奈川県産花粉の少ないスギと富山県産雄性不稔スギを交配した不稔ヘテロ苗のヘテロ性を明らかにするため、閉鎖系採種園で採種した種子の無花粉の発現検定を行った。その検定の結果、257×丹沢8など全く無花粉が出なかったものが2家系、1本のみのもものが3家系認められた。これらは、無花粉遺伝子のヘテロ性が疑われるため、閉鎖系採種園から除外する(表)。

##### ③人工交配との比較による閉鎖系採種園の評価

閉鎖系採種園の施設上の問題を探るため施設内外で交配袋を設置し人工交配を行った。また閉鎖系施設内の花粉飛散量の調査を行ったところ、近接スギ林の花粉飛散量は8,102個/cm<sup>2</sup>だが閉鎖系

温室内は823個/cm<sup>2</sup>にとどまり約1/10にとどまっている(図)。また花粉飛散のずれが認められず、野外の方が飛散のピークが早くなった。しかし開花調査では、前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たことから、施設の早期の窓の開放等の運用で改善できる可能性を示唆した。

### (8) 課題

無花粉率の低下の原因として、家系単位で無花粉ヘテロでない個体が混入している可能性と単木単位で混入している可能性が示唆される。今回前者と疑われる家系が4つ明らかになり閉鎖系採種園から除外した。しかし後者が推定されるクローンの存在があり、単木単位での判定の実施が必要になる。

### (9) 成果の発表

齋藤央嗣 (2011) 雄花不稔スギの簡易検定法, 第52回日本花粉学会大会、

表. 閉鎖系温室内の無花粉スギ父親家系の実生の無花粉スギの発現状況

交配家系	交配年次	無花粉	花粉あり	着花無等	計	無花粉率	対象本数
131×丹沢8	H19	0	18	17	35	0.0%	
	H22	1	28	13	42	3.4%	1本
167×足柄下6	H19	3	9	7	19	25.0%	
	H22	21	148	41	210	12.4%	4本
167×愛甲1	H19	6	45	28	79	11.8%	
	H22	6	100	46	152	5.7%	1本
257×足柄下1	H19	3	93	18	114	3.1%	
	H22	12	118	24	154	9.2%	2本
308×足柄下1	H19	5	36	50	91	12.2%	
	H22	5	112	44	161	4.3%	4本
592×足柄下1	H19	0	9	2	11	0.0%	
	H22	0	41	0	53	0.0%	1本
308×津久井2	H19	0	113	47	160	0.0%	
	H22	1	60	31	92	1.6%	3本
308×片浦1	H19	4	86	18	108	4.4%	
	H22	12	125	59	196	8.8%	3本
257×丹沢8	H19	0	118	10	128	0.0%	
	H22	0	6	0	6	0.0%	1本
592×丹沢8	H19	1	9	5	15	10.0%	
	H22	0	31	4	35	0.0%	2本

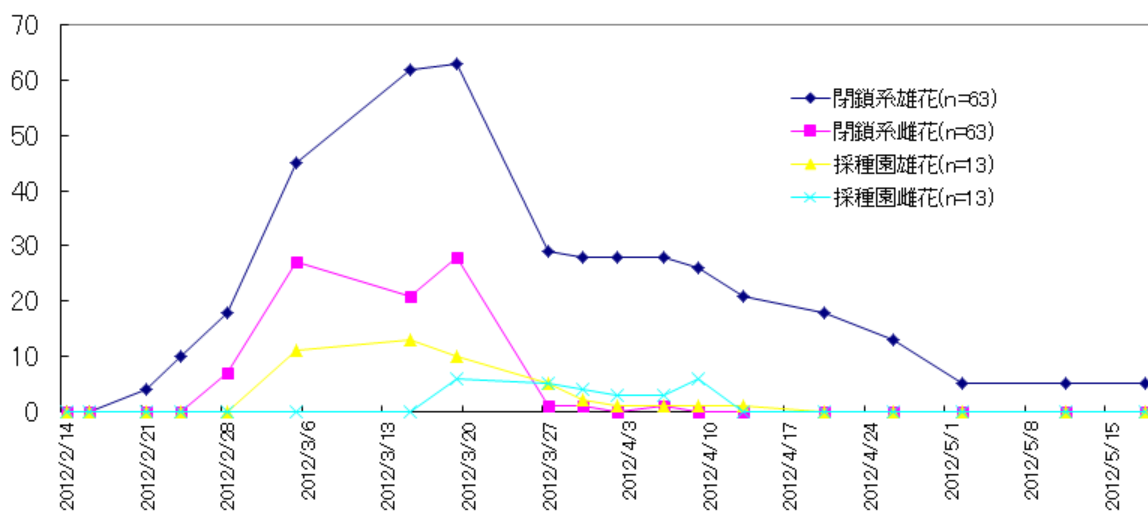


図 閉鎖系採種園と採種園の開花数

### 3 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

- (1) 課題名 3-1 スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究  
B スギ・ヒノキ花粉発生源調査  
ー都市部へのスギ花粉の飛散に強く影響している発生源地域の推定ー
- (2) 研究期間 平成 20～26 年度
- (3) 予算区分 特定受託
- (4) 担当者 越地 正・齋藤央嗣・毛利敏夫

#### (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

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

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

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

##### ②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

目視によるヒノキの調査手法確立のため、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。

#### (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 23 年度までの年次変動を図 1 に示した。平成 23 年 11 月に調査した 30 林分の着花点数の平均値は、20.7 点で過去最高であった昨年の 75.3 点より大幅に低下した。本調査開始後 14 年間の平均値（例年値とする）は 42.2 点だが、今回の調査結果は例年値の約半分以下となった。また地域的な差は少ないが、県北部が相対的に低い値になった（図 2）。このため平成 24 年春の花粉飛散量は、過去最高であった前年と比べると大幅に減少し、平年の半分程度と予想された。

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。しかし今年気象要因のうち、これまでもっとも高い相関関係を示してきた日照時間が平年の 122%（横浜地方気象台海老名観測所）とかなり多くなったにもかかわらず、着花点数は、平均の約半分で大いに低くなった（図 3）。原因として、前年の大量の着花により結実量が多くなり、雄花の分化への栄養分の供給が不足し物理的に花芽をつけることが出来ず、着花点数が少なくなったことが一因と思われた。

##### ②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

トラップ調査を引き続き実施し解析中である。

#### (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出現してきた。

(9) 成果の発表

- ・雄花着花調査の結果は、平成 23 年 12 月 21 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 24 年春の花粉飛散量は少ない）。
- ・平成 23 年 12 月 15 日に実施された NPO 花粉情報協会 2012 年のスギ・ヒノキ科花粉飛散予測セミナーにおいて情報提供を行った。（神奈川県における2011年秋のスギ雄花着花状況）

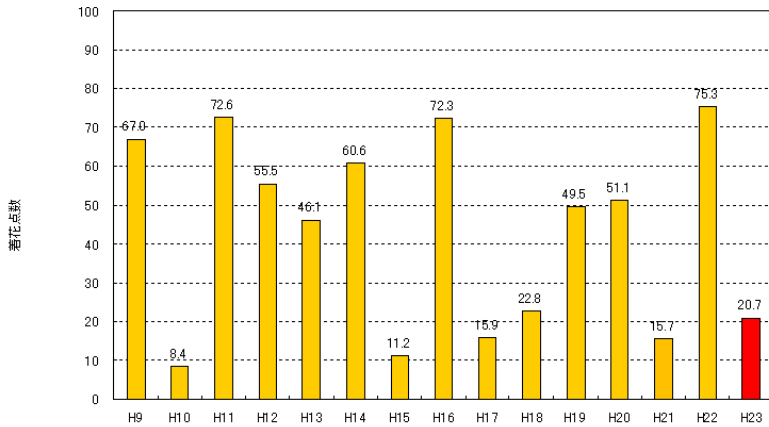


図1 県内スギ林30箇所の平均着花点数の年変化  
(14年間の総平均値:44.6)

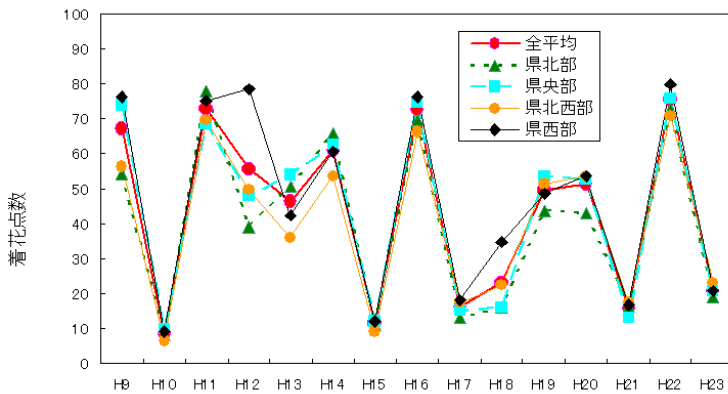


図2 地域別の着花点数の年変化

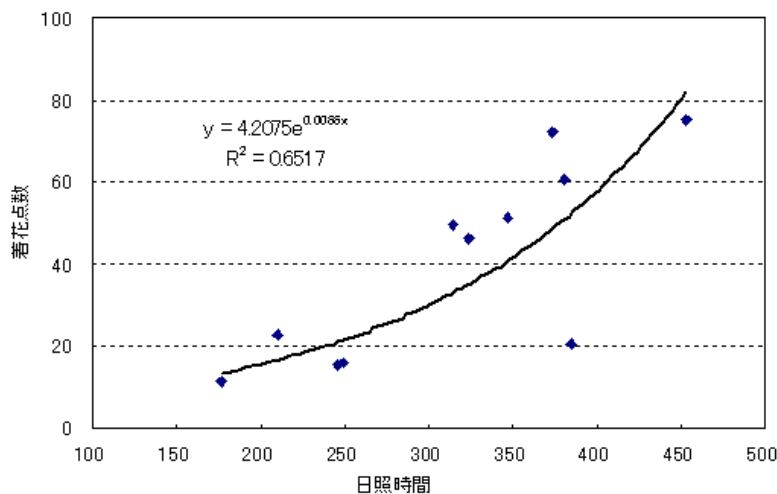


図3 7月と8月の日照時間と着花点数との関係  
(日照時間は横浜地方気象台海老名観測所)

### 3 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

- (1) 課題名 3-1 スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究  
C 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（一般試験研究費）
- (4) 担当者 齋藤央嗣・越地 正・毛利敏夫・河野明子

#### (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。

##### 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 4 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保護公園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、2011 年は 44,876 個と過去最高であった。多産年の平成 13 年（2001）および 17 年（2005）は林齢が高くなるにつれて雄花量が多くなる傾向がみられたが、2011 年は豊作年にもかかわらず林齢の違いによる差は明らかではなかった（図 1）。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平成 12 年春からの雄花の着花指数と種子生産量の関係を図 1 に示した。2012 年の自然着花の指数平均は 2.74 と昨年に続き豊作年となった。

##### ウ スギ林分での花粉飛散量調査

平成 23 年春の総花粉飛散量は、図 4 に示したように前年の大豊作に対し 8,107 個/cm<sup>2</sup> となり前年値の約 1/6 となった。一方、ヒノキは 525 個/cm<sup>2</sup> となり前年値の約 3% に低下した。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相関が認められた（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部のホームページで公開した。

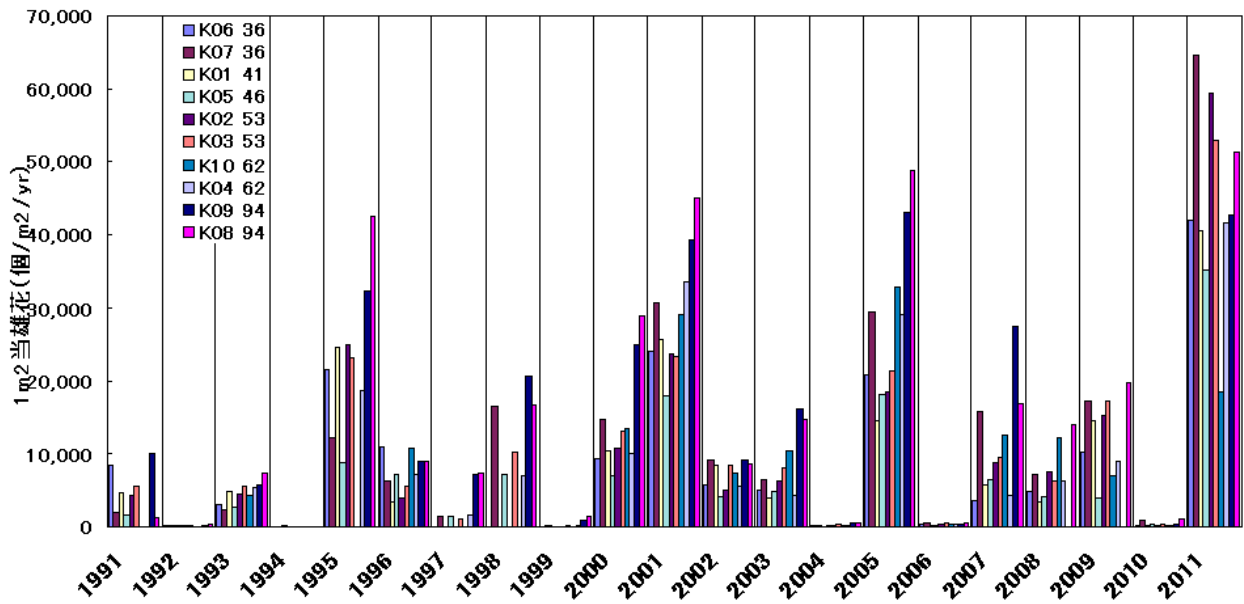


図-1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花生産量の年次変動  
 (n=193) 凡例の数字は2002年時点の林齢を示す。  
 91年K04・10、95年K10、97年よりK01・02・06・10は欠測、  
 2008,09年はK09欠測

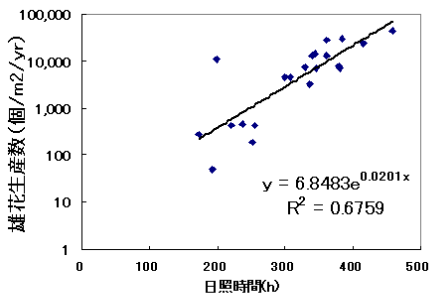


図-2 日照時間と雄花数の関係  
 日照時間は7・8月合計、指数回帰により有意な  
 相関関係あり (r=0.82, n=21, d.f=19, p<0.01)

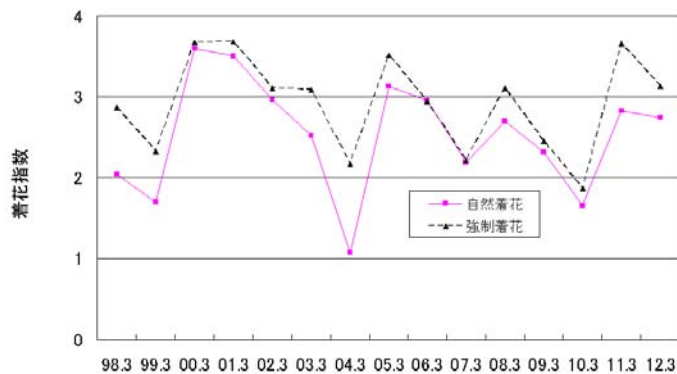


図3 21の森ヒノキ採種園の着花指数の年次変動

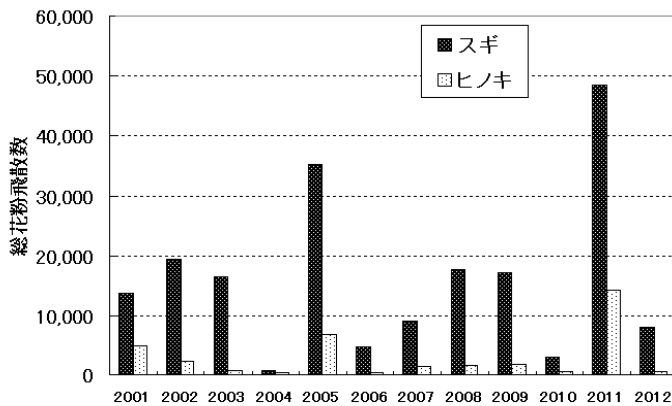


図4 スギ・ヒノキの花粉総飛散量の年変化

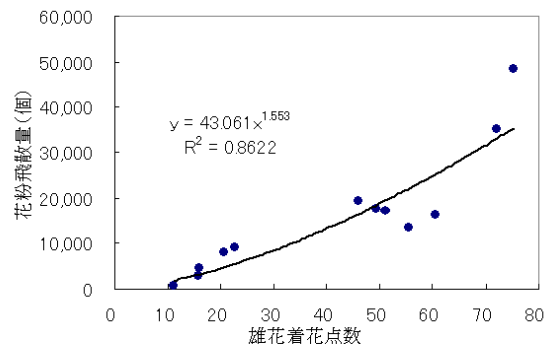


図5 雄花着花点数と花粉飛散量(厚木市七沢)  
 との関係(n=15) \*\*:1%水準で有意

### 3 持続可能な資源の利用と管理に関する研究開発

- (1) 課題名 3-2 森林資源の利用技術の高度化研究  
A スギ・ヒノキ穿孔性害虫被害材の利用技術に関する研究
- (2) 研究期間 平成 20～24 年度
- (3) 予算区分 県単（一般試験研究費）
- (4) 担当者 谷脇 徹

#### (5) 目的

神奈川県では県南西部を中心に「トビクサレ」と呼ばれるスギ・ヒノキ材の変色腐朽被害が発生している。「トビクサレ」は穿孔性害虫のスギノアカネトラカミキリが生立木を加害することにより生じる。カミキリ成虫は枯れ枝に産卵することから、枯れ枝を発生させない施業により被害発生を低減することができる。しかし、枝打ちなどが十分に行われなかった林分では、被害木が蓄積するとともに変色や腐朽などの材質劣化が進んでいる。今後、被害地で良質材の生産を行うには、被害材の積極的利用に加え、被害回避のための施業を前提とした森林の更新が必要とされる。

本研究では、被害材の積極的利用の一環として被害材の土木資材等への利用促進を図るため、丸太杭の強度・耐久性試験を行う。

#### (6) 研究方法

##### ①野外暴露下の腐朽速度比較

野外での材質劣化速度を調べるため、長期野外暴露試験を実施した（写真1）。平成 18 年度に暴露期間 0、1、3 年区、平成 19 年度には 5、10 年区を設定した。各暴露年数で樹種別（スギ・ヒノキ）、被害の有無、防腐処理（ACQ）の有無の組み合わせによる 8 試験区を設定し、各試験区について丸太杭（直径 90mm、長さ 1500mm、先端加工済み）を各 15 本、合計 40 試験区 600 本を供試した。この丸太杭は丸棒加工および先端加工後に被害度および動的弾性率等の材質調査を行った。この結果から、各試験区で材料の条件が均一になるように振り分けた。試験地においては、丸太杭は 1m 間隔の格子状に杭上部 65cm が地上に出るように設置した。

##### ②被害材の強度比較

各暴露期間のうち、0 年区は野外暴露前に、1、3 年区は昨年度までに当該年数暴露後に試験地から回収し（写真2）、乾燥処理を行った後、実大試験機による強度試験を実施した。

#### (7) 結果の概要

##### ①野外暴露下の腐朽速度比較

これまでに、0、1、3 年区の現場設置杭の回収と実大強度試験を実施した。試験終了後の丸太の状況を写真3および4に示した。引き続き 5、10 年区の野外暴露試験を継続する予



定となっている。

②被害材の強度比較

0、1、3年区の強度試験結果は、共同研究を実施している産業技術センターによりとりまとめられている。

(8) 課題

試験結果をとりまとめ、被害材の土木資材利用マニュアルを作成する。

(9) 成果の発表

なし



写真1 野外暴露試験の状況



写真2 引き抜いた3年区の丸太杭



写真3 3年区のスギ健全材の加重部側面（左）と断面（右）



写真4 3年区のスギ被害材の加重部側面（左）と断面（右）

### 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・越地 正・毛利敏夫・河野明子

##### 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（ヤビツ峠を除く）。

###### ① 寸沢嵐検定林（関・神・8号）

調査地：相模原市緑区寸沢嵐 相模湖県行1林班  
調査林分：スギ30年生（クローン増殖） 0.69ha  
植栽形式：ランダム植栽（混植）

###### ② クラミ検定林（実証林・8号）

調査地：南足柄市福泉クラミ 旧かながわ森林づくり公社  
調査林分：スギ・ヒノキ林20年生（実生増殖） 1.0ha  
植栽形式：列状植栽

###### ③ 大洞隧道検定林（実証林・13号）

調査地：清川村煤ヶ谷大洞 丹沢県有林17林班と十  
調査林分：ヒノキ15年生（クローン及び実生増殖） 0.3ha  
植栽形式：列状植栽

###### ④ ヤビツ峠検定林（実証林・12号）

調査地：秦野市蓑毛 秦野市県行10林班ろ二  
調査林分：スギ・ヒノキ林16年生（クローン増殖） 0.9ha  
植栽形式：列状植栽（クローン及び実生）  
備考：施業のため一部調査

##### 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。

ヒノキ：0.5ha（3ブロック他 計223本 1,711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ブロック）

###### 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（3ブロック他）

###### (2) 花粉の少ないスギ採種園（七沢）での種子生産（0.2ha）

花粉の少ないスギ採種園において、ジベレリン処理による着花促進を行うとともに、10月

に球果採取、種子乾燥、精選を行った。

(3) 種子生産量及び発芽率

①21世紀の森採種園において、花粉の少ないスギ種子は5.8kg(全量少花粉)、ヒノキ種子は、花粉の少ないヒノキ種子36.5kg、ヒノキ育種種子(混合)14.4kgを採取した。その発芽率は、花粉の少ないスギ種子50.7%、花粉の少ないヒノキ種子36.5%、育種ヒノキ種子68.0%であった。豊作年であり生産量、発芽率は昨年より大幅に向上した。

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12.8kg(うち少花粉3.9kg)を採取した。その発芽率は31.7%(少花粉34.9%)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部森林課に報告した。配布残の種子については冷蔵(-5℃)および冷凍(-40℃)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(2011年春)
針葉樹	少花粉スギ事業用: 1.0m <sup>2</sup> ・20g 播種、約1,000本養成、20本床換え 少花粉ヒノキ事業用: 2.0m <sup>2</sup> ・20g 播種、約1,000本養成、20本床換え 精英樹ヒノキクローン別: 331g 播種、80本養成、 モミ(発芽試験): 800粒播種、158本養成
広葉樹	ブナ(堂平): 80.9g 播種(浮き種)、発芽なし カツラ(堂平): 3m <sup>2</sup> : 7.6g 播種、

(2) さし木およびつぎ木(2011年春)

区分	さし木	つぎ木
針葉樹	スギ精英樹等: 960本、活着率63.7% ヒノキ精英樹: 378本、活着率55.3% ヒノキ(実生): 60本、活着率60.0%	大山モミ: 156本、活着率3.3% 少花粉ヒノキ80本、活着率28.8%
広葉樹	ブナ(堂平及び苗畑): 133本、活着率0% シオジ(堂平及び苗畑): 50本 活着24本 活着率48% カツラ(苗畑): 48本、活着率0%	

(3) 林木の遺伝資源保存

2011年3月に実施した県指定天然記念物「八幡宮の大銀杏」のさし木によるクローン苗木67本を鶴岡八幡宮に返還した。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。

## 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、下刈、薬剤散布等の維持管理作業を行った。  
また、田原苗畑において下刈り作業を実施した。

## 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 世紀の森採種園

- ・花粉の少ないヒノキ採種園 (4 ブロック 0.26ha)

神奈川県選抜花粉症対策品種と林野庁選抜花粉の少ないヒノキからなる採種園で、6 クローン 96 本の植栽を実施した。

- ・少花粉品種採種園 (2 ブロック 0.28ha)

林野庁選抜花粉の少ないヒノキのみからなる採種園で、6 クローン 37 本の植栽を実施した

### (2) 七沢採種園 (0.1ha)

林野庁選抜花粉の少ないスギ 9 クローン 71 本を植栽した。

## 3-2 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。

### 2 試験研究環境の整備

スギ・ヒノキ穿孔性害虫の成虫発生調査のため、網室 (幅 1.8m、奥行き 3.6m、高さ 2m) 6 基の修繕作業を行った。

## 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
研究連携課長	山根正伸	全国植樹祭の植栽木の健康診断	森林再生課	2011年5月
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	2011年4月～2012年3月
主任研究員	齋藤央嗣	花粉・花粉症について（総合学習指導）	茅ヶ崎市立円蔵中学校	2011年6月
主任研究員	齋藤央嗣	ヒノキ事業の実施に関する打合会	（社）全国林業改良普及協会	2011年10月
主任研究員	齋藤央嗣	丹沢のみどりをはぐぐむ集い	自然保護課 丹沢自然保護協会	2011年10月
主任研究員	齋藤央嗣	得苗調査指導	森林再生課（2回）	2011年11月
主任研究員	齋藤央嗣	スギ・ヒノキ花粉症対策指導	東京都農林総合研究センター	2012年1月
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉スギ生産技術指導（林野庁視察）	森林再生課	2012年2月
主任研究員	齋藤央嗣	関東地区需給調整協議会	森林再生課	2012年2月
主任研究員	齋藤央嗣	花粉症情報の測定方法他	FM横浜（取材対応）	2012年3月
主任研究員	齋藤央嗣	抵抗性クロマツ種子の配布	福島県	2012年3月
主任研究員	田村 淳	カシ類の遺伝的変異解析に基づく現地調査	（独）森林総合研究所森林遺伝研究領域 金指あや子	2011年5月
主任研究員	田村 淳	全国植樹祭の植栽木の健康診断	森林再生課	2011年5月
主任研究員	田村 淳	大倉尾根の登山道の緑化	保全C自然保護課・NEXCO中日本	2011年6月
主任研究員	田村 淳	七沢水源林の整備状況	保全C水源の森林推進課	2011年7月

## 4-2 講師派遣

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
研究連携課長	山根 正伸	かながわ環境カウンセラー協議会 2011年度総会特別講演「丹沢山地の 自然再生 現状と課題」	かながわ環境カウンセラー協 議会	2011.5
研究連携課長	山根 正伸	第7回GISフォーラム「シカー森林 の統合経営におけるGIS利用」	ESRIジャパン	2011.6
研究連携課長	山根 正伸	連続セミナー生物多様性保全に役立 つ合法木材調達第1回海外木材生産 国の現状と違法伐採対策の現在「日 本向け中国製木材製品のフットプリ ント（現地取材に基づいて）」	フェアウッド・パートナーズ	2011.10
研究連携課長	山根 正伸	日中韓林業経済学分野国際シンポジ ウム、日中韓における木材貿易と森 林利用「アジア木材市場におけるロ シア材をめぐる動向」	林業経済学会	2011.12
研究連携課長	山根 正伸	森林生物保全学	東京農工大学農学部地域環境 システム学科	2012.2
主任研究員	齋藤 央嗣	かながわ森林塾みどりの雇用担い手 対策事業「造林と育種・種苗」	森林再生課	2011.11
主任研究員	齋藤 央嗣	かながわ環境出前講座(スギ・ヒノ キ花粉症対策研究)	聖光学院高等学校	2011.11
主任研究員	齋藤 央嗣	2011年秋のスギ雄花着花状況	NPO法人花粉情報協会	2011.12
主任研究員	田村 淳	神奈川サイエンスサロン「丹沢の希 少植物とその保全」	神奈川県立川崎図書館	2011.6
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	2011.6
主任研究員	田村 淳	野生鳥獣による森林生態系への被害 対策技術開発のワークショップ	(株)野生動物保護管理事務所	2011.9
主任研究員	田村 淳	神奈川森林塾「丹沢大山の自然再 生」	森林再生課	2011.12
臨時技師	谷脇 徹	土壌微生物	神奈川工科大学	2011.10
臨時技師	谷脇 徹	神奈川森林塾「森林の病虫害」	森林再生課	2011.12
臨時技師	谷脇 徹	丹沢山地のブナ衰退とブナハバチ	神奈川県山岳連盟	2012.2

#### 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	山根 正伸	平成23年度野生鳥獣被害対策の観点からの生息環境としての森林管理技術開発事業	(株)野生動物保護管理事務所(林野庁委託事業)	2
研究連携課長	山根 正伸	野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発のワークショップ	(株)野生動物保護管理事務所(林野庁委託事業)	2
研究連携課長	山根 正伸	水源環境保全再生かながわ県民会議施策調査専門部会	神奈川県水緑部水源環境保全課	3
研究連携課長	山根 正伸	サントリー「天然水の森 丹沢」自然再生プロジェクト検討会	神奈川県森林組合連合会	2
研究連携課長	山根 正伸	丹沢大山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	山根 正伸	丹沢大山自然再生委員会	自然環境保全センター	2
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 (富山県)	1
主任研究員	齋藤 央嗣	第25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	水源林整備確保部会	自然環境保全センター水源の森林推進課	2
臨時技師	谷脇 徹	関中林試 生物による森林被害リスク評価研究会	神奈川県	1



#### 4-4 発表・報告

氏名	題名	誌名	年月
笹川裕史・伊藤祥子・谷脇徹・鈴木透・山根正伸・清水英幸	丹沢山地ブナクラス域におけるオゾン分布と植生状況の時系列変化解析	第122回日本森林学会大会学術講演集	2011.4
内山佳美・山根正伸	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	2011.6
山根正伸・鈴木透	丹沢山地主稜線部におけるブナ林景観の時空間変化	日本景観生態学会第21回千葉大会要旨集	2011.6
堀 靖人・平野悠一郎・久保山裕史・八巻一成・嶋瀬拓也・天野智将・山本伸幸・山田茂樹・塔村真一郎・村田光司・駒木貴彰・立花敏・山根正伸・大塚健司・陸文明・呉鉄雄	中国における木材市場と貿易の拡大が我が国の林業・木材産業に及ぼす影響の解明	『森林総研第2期中期計画成果集』, 森林総研, 10-11頁	2011.9
姜兆文・山根正伸・今野建志郎・山田雄作	ガス分子モデルカメラ (GMMC) 法によるニホンジカ生息密度調査技術の確立.	哺乳類学会2011年大会要旨集	2011.9
山根正伸・鈴木透・谷脇徹	日本ジカの適正管理に向けたハザードマップの作成	2011年GIS学会講演論文集2012	2011.10
雨宮 有・山根正伸・鈴木透	WebGISを用いた水源地域流域における水文特性値カルテ開発	2011年GIS学会講演論文集2012	2011.10
山根正伸	シカ管理と森林整備の一体化	「里山創生～神奈川・横浜の挑戦～」(佐土原聡ほか編著、創森社出版)	2011.11
五味高志・小田智基・鈴木雅一・平岡真合乃・宮田秀介・内山佳美・山根正伸	丹沢山大洞沢観測流域における水と土砂動態観測	砂防学会誌65(1) : 73-79.	2012.2
奥村忠誠・姜兆文・山根正伸・山田雄作・本多響子・吉田淳久	丹沢山地におけるニホンジカの生息地利用	日本生態学会第59回全国大会要旨集	2012.3
山根正伸・鈴木透	ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開、新たな鳥獣防止技術の開発	平成23年度森林環境保全総合対策事業報告書	2012.3
山根正伸・鈴木透	ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開、鳥獣被害を受けた森林生態系の復元技術の開発	平成23年度森林環境保全総合対策事業報告書	2012.3
山根正伸・鈴木透	ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開、効果的な捕獲技術の開発	平成23年度森林環境保全総合対策事業報告書	2012.3
山根正伸・内山佳美	水源林の整備など対策事業の効果検証の取り組みについて	かながわの自然66	2012.3
山根正伸・鈴木透	丹沢山地におけるブナ衰退の時空間特性	神奈川県自然環境保全センター報告9	2012.3
斎藤正彦・若松伸司・岡崎有紀代・國元浩平・松隈大亮・下村佳史・相原敬次・山根正伸	神奈川県丹沢地域の気象環境	神奈川県自然環境保全センター報告9	2012.3
相原敬次・越地正・谷脇徹・山根正伸・武田麻由子・田淵尚一・清水英幸	丹沢山地におけるブナ樹幹流計測による蒸散と環境要因に関する検討	神奈川県自然環境保全センター報告9 : 65-76	2012.3
越地正・相原敬次・山根正伸・田村 淳・谷脇徹	丹沢山地におけるブナ林衰退の現状	神奈川県自然環境保全センター報告9 : 1-12	2012.3

氏名	題名	誌名	年月
谷脇徹・山根正伸・田村淳・相原敬次・越地正	丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み	神奈川県自然環境保全センター報告9：85-93	2012.3
齋藤央嗣	雄花不稔スギの簡易検定法	日本花粉学会52回大会（口頭発表）	2011.10
齋藤央嗣・中川重年・牧三晴	治山工事で造成した溪畔林 一植栽後15年後の成長一	日本森林学会第113回大会（口頭発表）	2012.3
田村 淳・勝木俊雄・岩本宏二郎・高橋成二・中山博子	自然環境保全センター樹木観察園のサクラ品種目録と開花季節	自然環境保全センター報告 8	2011.8
Tokita, N., Nedu, M., Sakata, E., Takii, A., Furubayashi, K., Tamura, A. and Tokita, T.	Nutritive value of three Sasa species in the Tanzawa Mountains as a winter food for sika deer	野生物保護13	2011.8
田村 淳	神奈川県丹沢におけるシカの植生影響調査	平成23年度野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業 第1回ワークショップ資料集p11-14	2011.9
田村 淳・谷脇 徹	丹沢ブナ林の特性と衰退の現状	かながわ科学技術フェア2011	2011.11
田村 淳	森林生態系の劣化	里山創生～神奈川・横浜の挑戦～（創森社）分担執筆	2011.11
田村 淳	ニホンジカにより退行した丹沢山地の冷温帯自然林における植生保護柵による希少植物の保護状況と出現に影響する要因の検討	保全生態学研究16	2011.11
田村 淳	「広葉樹実生図鑑」の作成	神奈川の森林・林業No. 384	2011.12
田村 淳	神奈川県版広葉樹実生図鑑の作成	公立林業試験研究機関研究成果選集No. 9	2012.3
田村 淳	丹沢の希少植物図鑑—希少植物の保護に向けて	限定部数発行	2012.3
田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉	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	自然環境保全センター報告 9	2012.3
相原敬次・越地正・谷脇徹・山根正伸・武田麻由子・田淵尚一・清水英幸	丹沢山地におけるブナ樹幹流計測による蒸散と環境要因に関する検討	神奈川県自然環境保全センター報告9：65-76	2012.3
越地正・谷脇徹・相原敬次・山根正伸	檜洞丸におけるブナハバチの大発生によるブナの衰弱枯死	神奈川県自然環境保全センター報告9：99-108	2012.3
谷脇徹・山根正伸・田村淳・相原敬次・越地正	丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み	神奈川県自然環境保全センター報告9：85-93	2012.3
谷脇徹・渡辺恭平	神奈川県丹沢山天王寺尾根で確認されたブナハバチの捕食寄生蜂相	昆虫（ニューシリーズ）15（1）：2-14	2012.1
田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉	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	自然環境保全センター報告9:123-131	2012.3
山根正伸・鈴木透・谷脇徹	日本ジカの適正管理に向けたハザードマップの作成	2011年GIS学会講演論文集	2011.10
内山佳美・山根正伸	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	2011.5

氏名	題名	誌名	年月
海虎、石川芳治、白木克繁、ブリゲド、内山佳美	丹沢堂平地区の林床植生衰退地における林床合計被覆率と降雨強度が地表流出率に与える影響	平成23年度砂防学会研究発表会概要集	2011.5
ブリゲド、石川芳治、白木克繁、海虎、内山佳美	丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における降雨に関する3要素と土壌侵食量	平成23年度砂防学会研究発表会概要集	2011.5
五味高志、坂上賢、熊倉歩、古市剛久、石川芳治、内山佳美	シカ食害の顕著な東丹沢小流域における林床植生空間分布と表土侵食	平成23年度砂防学会研究発表会概要集	2011.5
熊倉歩、五味高志、古市剛久、石川芳治、水垣滋、内山佳美	山地上流域における放射性同位体核種を用いた細粒土砂起源の推定と流出プロセス	平成23年度砂防学会研究発表会概要集	2011.5
森康二、多田和広、佐藤壮、柿澤展子、横山尚秀、内山佳美、山根正伸	森林の水源かん養機能の実態把握と将来予測のための水循環モデル構築	平成23年度砂防学会研究発表会概要集	2011.5
海虎、石川芳治、白木克繁、ブリゲド、内山佳美	丹沢堂平地区のブナ林斜面における林床植生合計被覆率を用いた表面流出量の土壌吸引圧の変化	第123回日本森林学会学術講演集	2012.3
ブリゲド、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美	丹沢堂平地区の林床植生衰退地における土壌侵食量と地表流出量、降雨との関係	第123回日本森林学会学術講演集	2012.3
廣瀬満、五味高志、小田智基、内山佳美	山地流域における湧水分布と流路網構造及びその形成メカニズム	第123回日本森林学会学術講演集	2012.3
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リターの移動動態とその要因について	第123回日本森林学会学術講演集	2012.3

## 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	5,274 千円
〈一般試験研究費〉	2,374
〈特定受託研究費〉	2,900
2 維持運営費	988 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	152
林木育種維持管理事業費	330
野生きのこ相談事業費	243
試験林管理事業費	263
3 研究関連事業費	328,468 千円
〈特別会計 森林環境調査費〉	212,907
〈特別会計 丹沢大山保全・再生事業費〉	82,330
〈特別会計 水源林整備事業費〉	16,678
〈丹沢大山自然環境保全対策推進事業費〉	4,000
〈水源林整備推進事業費〉	2,195
〈農林水産技術開発推進費〉	421
〈林業普及指導費〉	659
〈自然再生事業費〉	2,600
〈治山事業費〉	2,688
〈林道改良事業費〉	3,990
合 計	334,730 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

神奈川キノコの会

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

湘南短期大学

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

酪農学園大学

(株)野生動物保護管理事務所

\*\*\*\*\*

平成23年度

## 業務報告

神奈川県自然環境保全センター

神奈川県厚木市七沢 657

電話 046-248-0321

〒243-0121

\*\*\*\*\*