

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22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. 43

平成 23 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22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解明と再生技術の研究開発	
Aa.	ブナ林衰退実態モニタリング調査	11
Ab.	ブナ林の生理生態調査	17
Ba.	ブナ林立地環境モニタリング調査—気象・大気モニタリング—	20
Bb.	ブナ林立地環境モニタリング調査—土壌侵食モニタリング（対策工の検証）—	23
Bc.	ブナ林立地環境モニタリング調査—土壌侵食モニタリング（手法開発）—	26
C.	ブナ林の大気環境解析調査	30
Da.	ブナ林立地環境モニタリング調査—ブナハバチ繭モニタリング—	38
Db.	ブナ林立地環境モニタリング調査—ブナハバチ成虫モニタリング—	40
E.	ブナ林再生のための実証的研究	43
1-2	希少動植物の保全技術の研究開発	
A.	希少動植物の保護増殖技術に関する研究	47
1-3	自然環境の統合的な管理技術の研究開発	
Aa.	ニホンジカの効果的な管理技術の開発（植生影響モニタリング）	49
Ab.	ニホンジカの効果的な管理技術の開発（被害予測手法の検討）	55
Ac.	ニホンジカの効果的な管理技術の開発 （省力的・効果的モニタリング手法の検討）	57
Ad.	ニホンジカの効果的な管理技術の開発 （植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発）	60
B.	外来植物の管理と在来種による緑化技術の開発	64
2.	豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備	
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—総括—	68
Aa.	対照流域法等によるモニタリング調査—観測施設整備（ヌタノ沢）—	72
Ab.	対照流域法等によるモニタリング調査—観測施設保守・改良（大洞沢・貝沢）—	74
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（水・土砂）—	76
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（生きもの）—	86
Ae.	対照流域法等によるモニタリング調査—事前環境調査（フチジリ沢）—	92
Af.	対照流域法等によるモニタリング調査—広域水環境調査—	96

Ag	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—	102
Ah	対照流域法等によるモニタリング調査—流域周辺の水質観測—	106
Ba.	水源林の保全と再生技術の開発に関する研究	110
Bb.	水源林の保全と再生技術の開発に関する研究 (水源林ニホンジカ管理モデル開発)	114
C	広葉樹実生図鑑の作成	118
2-2	公益的機能を活かす森林活用の研究開発	
A.	森林吸収源計測・活用体制整備強化事業	120
3.	持続可能な資源の利用と管理	
3-1	スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究	
A.	花粉のないスギ・ヒノキ実用化プロジェクト	122
B.	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	124
C.	スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業	126
D.	スギ・ヒノキ林の花粉削減研究	128
3-2	森林資源の利用技術の研究開発	
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	130
B.	中山間地域を活性化する特用林産物の生産技術の開発	132
3	関連業務	
3-1	林木育種事業	136
3-2	試験林整備事業	138
3-3	野生きのこ特別相談事業	139
4	諸活動	
4-1	依頼調査と指導	140
4-2	講師派遣	141
4-3	委員会・研究会	142
4-4	発表・報告	143
5	予算内訳	
5-1	主な研究・事業費の予算内訳	146
6	共同研究連携・連携機関	
6-1	主な協同研究・連携機関の一覧	147

# 1 企画調整業務

平成22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関する企画関連業務は次のとおりである。

## 1-1 企画業務の概要

### 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22年7月27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32名  
協議事項

- ・平成21年度及び平成22年度試験研究課題実施状況について
- ・平成23年度の要試験研究問題について

### 2. 平成22年度試験研究課題の調整

平成22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5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23年3月10日	自然環境保全センター レクチャールーム	丹沢ブナ林等の衰退原因の解明と再生技術の開発の進め方について	河野吉久 山上 明 渡邊恒美

### 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22年11月24日	自然環境保全センター レクチャールーム	公益的機能の発揮に向けた森林施業	鈴木和次郎
平成23年2月25日	自然環境保全センター レクチャールーム	森林流域の水・土砂流出の長期モニタリングからわかること	堀田紀文

## 平成 22 年度試験研究体系図

自然環境保全センター研究連携課

### ●丹沢大山の自然環境の保全と再生に関する研究

#### ○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～) ★
- ・ブナ帯森林再生のための実証的研究 (H19～) ★
- ・ブナ林立地環境モニタリング調査 (H18～) ★

#### ○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) ★**21** **22**

#### ○自然環境の統合的な管理技術の開発 **重**★

- ・丹沢山地の自然環境の統合的管理に関する研究 (H19～) ★**21** **22**
- ・ニホンジカの効果的な管理技術の開発 (H22～23) ★
- ・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

#### ○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開発 (H19～) ★**21** **22**
- ・水源林の保全と再生技術の開発に関する研究 (H14～) ★
- ・広葉樹実生図鑑の作成 (H22)

#### ○公益的機能を生かす森林活用の研究支援

- ・森林吸収源計測・活用体制効果検証事業 (H18～22) ★

### ●持続可能な資源の利用と管理

#### ○スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究 **重**★

- ・花粉のないスギ・ヒノキ実用化プロジェクト研究(H17～22) **政**★**21** **22**
- ・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**
- ・ヒノキ花粉発生源調査 (H21～23) ★
- ・スギ・ヒノキ林の花粉削減に関する研究 (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 (H20～24) ★
- ・中山間地域を活性化する特用林産物の生産技術開発 (H18～22) ★**21** **22**

#### 関連事業

- 林木育種事業 (S32～)
- 水源広葉樹苗木育成事業 (H21～25)

【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

**21**：平成 21 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）

**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。本研究プロジェクトは、現在、第二期研究期間（H19-23）にあたり、丹沢ブナ林の再生のための総合的な技術指針構築を目指して立地環境モニタリング、ブナの複合的な衰退機構解明、再生実証技術開発の3つのテーマで個別研究を進めた。

#### 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、3年目となる平成22年度は、山北町中川流域のヌタノ沢に観測施設を整備したほか、平成20年度・21年度に施設整備を行った大洞沢流域と貝沢流域（相模湖支流）では事前モニタリングを開始し、南足柄市狩川支流のフチジリ沢流域（丹沢湖上流）を4か所目の試験地に設定した。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22年度はのべ9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、ヒノキの実用化のための選抜調査・実用化技術の開発などを行った。その他に里山の保全並びに特用林産業を通じた地域振興を目的として、林床等を活用した栽培品目を複合的に組み合わせた長期安定生産技術の開発研究を行った。

### 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解明と再生技術の研究開発 —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22年度は、平成21年度に引き続いて、愛媛大学の若松伸司教授（元国立環境研究所）との共同研究により丹沢山地周辺の気象・大気観測データの再解析や、オゾンの立体分布を明らかにするため現地観測とモデル解析を重点的に実施した。

#### Aa ブナ林衰退実態モニタリング調査

ブナ林衰退原因解明の基礎データとするために、大室山から鍋割山にかけての主稜線一帯のブナ林について1970年代以降の衰退の変遷を空中写真により調査した。ブナ林の衰退によるものも含む草地は、広域衰退調査を行った山頂付近にそれぞれ多いほか、蛭ヶ岳から塔ノ岳に至る稜線の南斜面にも多く、ブナ衰退進行域とほぼ重なっていた。1970年代から2000年代にかけて4時点の判読結果を比較したところ、ブナ林消失は70年代からみられ、蛭ヶ岳から丹沢山にかけての調査範囲の9%が消失していること、消失地は90年代以降拡大していることがわかった。

## Ab ブナ林の生理生態調査

ブナの樹木の健全、衰退に密接に関係する蒸散、表面温度および樹液流に関して生理生態的な計測手法を検討し、結果以下のことがわかった。

- ・ 蒸散計（ポロメーター）による計測手法は、一葉あたり短時間で葉の蒸散状況を把握することができるものの、連続計測でないため、計測に際しては気象条件や時期、時刻を考慮する必要があることが確認できた。
- ・ サーモカメラによる樹木（ブナ）の表面温度の計測方法は、健全ブナと衰退ブナとでは根元の温度に顕著な差異が認められ、ブナの衰退状況を定性的に比較できることが確認出来た。
- ・ 樹液流手法について、丹沢山地のブナ衰退地における3個体の長期間の計測を試みた結果、衰退の程度により樹液流に差異が認められるとともに6月から10月までの季節変化を顕著に捉えることが出来、モニタリング手法として有効であることを確認した。

## Ba ブナ林立地環境モニタリング調査 —気象・大気モニタリング—

ブナ林の衰退・枯死機構解明の基礎データや丹沢大山自然再生事業のモニタリングの基礎データとするために、丹沢山山頂、檜洞丸山頂、鍋割山山頂、菰釣山山頂、堂平、大野山において気象及びオゾン観測を継続した。平成21年度に落雷対策や電源改良などの施設の改良を行ったが、平成22年度は通信トラブルや落雷によるオゾン計等の故障がみられ、観測が不安定であった。

## Bb ブナ林立地環境モニタリング調査 —土壌侵食モニタリング（対策工の検証）—

東京農工大学との共同研究により平成17、18年度にブナ林等自然林内の土壌侵食対策手法の改良・開発の一環で事業連携により行った堂平の施工試験地について、個々の対策工の土壌保全効果モニタリングを行った。施工直後には全ての対策工種で土壌侵食軽減効果が認められていたが、施工後4～5年までの変化では、効果が増加する傾向の工種と低下するものがあった。また、すべての対策工種で、設置後から林床合計被覆率（植生とリターの合計被覆率）が年々増加する傾向にあり、3～4年目には多くの対策工種で林床合計被覆率が95～100%に達した。対策工の効果と水流出に与える影響を検討するために、堂平地区内の既存の試験プロットにおける各種測定結果を用いて林床植生合計被覆率と流出率の関係を検討したところ、林床合計被覆率が増加すると流出率が低下する傾向が認められた。

## Bc ブナ林立地環境モニタリング調査 —土壌侵食モニタリング（手法開発）—

東京農工大学との共同研究により、土壌侵食モニタリングにおける流域スケールのモニタリングの手法を開発するための基礎調査として、土壌保全対策の施工試験地の下流にあたる堂平とワサビ沢の各1地点で水位と濁度の連続測定を行った。流量と浮遊土砂量の結果から、浮遊土砂量は流量に対して指数関数的に増大し、季節性をみると同一の流量でも夏季は春季と秋季に対して大きくなっていた。また、各流域の浮遊土砂量と各上流の土壌侵食量に正の相関が認められたことから、上流域の土壌侵食が流域からの浮遊土砂生産に影響を与えている可能性があると考えられた。

## C ブナ林の大気環境解析調査

平成22年度は、平成20年度、21年度に続いて、気象トレンドの解析、風洞実験による山岳影響の解析、広域大気汚染モデルによる解析、大気汚染データ解析、春期と夏季の丹沢上空のオゾン立体分布観測とデータ解析、AOT40による曝露量の評価等の基礎的解析などを、愛媛大学への委託研究により共同実施し、3年間の成果のとりまとめを行った。春季と夏季の丹沢上空のオゾン立体分布観測とデータ解析からは、丹沢上空は、地上よりも高濃度のオゾンが高いことが分か

った。春季には、上空の広い高度範囲に亘り大陸起源と考えられる対流圏起源のオゾン層が存在すること、夏季には1000m付近にオゾンのピークが観測され国内における大気汚染の輸送や循環があることが明らかとなった。また、本研究で構築したモデル計算結果は実測とおおむね一致していることが確認され、今後はモデルを用いての、オゾンの生成機構解明と対策シナリオの評価を一定精度で可能となった。

#### Da ブナ林立地環境モニタリング調査 —ブナハバチ繭モニタリング—

ブナハバチの発生規模を推定するため、平成18年から21年に引き続き、潜在的な被害発生リスクの高い大室山、檜洞丸および丹沢山において繭密度のモニタリング調査を実施した。その結果、繭密度は平成18～21年の4年間に引き続き高密度で推移した。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。2010年には各地で小規模の食害が発生し、大室山と檜洞丸では10～11月の時点で繭内の生存幼虫（前蛹）密度が顕著に上昇したことから、2011年の食害リスクの上昇が推測される。

#### Db ブナ林立地環境モニタリング調査 —ブナハバチ成虫モニタリング—

繭モニタリングと同様に、ブナハバチ大発生機構解明の基礎調査として、4～6月に檜洞丸、丹沢山および天王寺尾根において黄色の昆虫誘引器を用いた成虫発生消長調査およびブナ展葉フェノロジー調査を実施した。あわせて、産卵対象となる展開途中の若葉の出現時期を記録するとともに、産卵推移を調査した。その結果、雌成虫の発生期間は1ヶ月程度あったが、大部分の産卵は成虫の捕獲消長にかかわらず、展開途中の若葉の資源量が多い1週間程度に集中した。このことから、展開途中の若葉の資源量が多いときに大量の雌成虫が発生しなければ、卵密度が上昇しにくく大規模な食害は生じにくいと考えられた。2011年の成虫初発日前の3月には同様のトラップ設置を実施した。

### E 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18～20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4年経過しても90%以上と高かった。樹高は当初74～79cmであり4年経過して78cm～100cmの範囲にあった。ブナ天然更新木の生存率は林冠区で75～79%、ギャップ区で42～53%であり、林冠区で高かった。一方、樹高は林冠区で11cm、ギャップ区で15～18cmであり、ギャップ区で高かった。柵外での天然更新木の生存率は10%未満であり、樹高は7～8cm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研究開発

### 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効果を検討するために、丹沢主稜線での植生保護柵の設置前における希少植物の生育状況を調査した。その結果、ヒカゲミツバ（セリ科）とミヤマアオダモ（モクセイ科）の2種の県絶滅危惧種を確認し、そのうち林床にはヒカゲミツバのみが生育していた。ヒカゲミツバは53個体あり、そのうち44個体が開花していた。今後は、柵設置後の経過年数による絶滅危惧種の生息地の変化や出現状況を調べることで、地上部が消失した種の回復の可能性を確かめる必要がある。

## 1-3 自然環境の統合的な管理技術の研究開発

#### Aa ニホンジカの効果的な管理技術の開発（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、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を実施した。累積利用圧については、これまで保護管理目標にあげられた植生劣化レベルがわかりにくいという指摘があったため、補足目標として新たに林床植被ランクを設定した。

前期シカ保護管理計画のデータと比較すると、植生劣化レベルは全体として悪化傾向の一方で、林床植被ランクは改善傾向があった。植生定点調査では、捕獲によりシカ密度が5頭/km<sup>2</sup>未満に低下した場所では林床植被率の改善が認められたが、他の場所では変化していなかった。モデル地区内現存量調査では前回データと大きな差異はなかった。

#### Ab ニホンジカの効果的な管理技術の開発（被害予測手法の検討）

シカモニタリング調査結果による予備解析から、シカ生態系被害（影響）が「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。被害強度指数によるハザードマップを、管理ユニットの一つである細地区を集計単位として東丹沢一体を対象として、シカ密度指数と食物環境指数から算出したシカ影響度指数（D I I）と生息環境脆弱性（V I）を用いて試作し、現地状況を比較的良く反映していることを確認した。

#### Ac ニホンジカの効果的な管理技術の開発（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、糞塊法の改良方法と自動撮影カメラによる推定手法を検討した。糞塊法の改良方法検討では見通しの悪い山岳地でも一定精度でシカ密度の推定が可能で比較的省力的と考えられる英国で開発された反復プロット糞塊計測法（*Combination Plot Technique*）の概要をとりまとめ、適用の課題を整理した。自動撮影カメラ法では、後述の丹沢山山頂付近に設置した結果を用いてそれぞれ個体識別をベースとするヤコブセンらによる方法（1997）で個体数を推定した。11地点毎の推定総個体数は6～50頭（29±15.7）であった。全地点を込みにした集計値は、総推定個体数が70頭、有角雄が6頭、成雌が52頭、当歳が12頭と推定され、最近の区画法による推定値（09年60.9/km<sup>2</sup>）をやや上回った。

#### Ad ニホンジカの効果的な管理技術の開発（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、シカ密度が40頭/km<sup>2</sup>を超える丹沢山山頂付近で、成メス1頭を捕獲しGPSテレメを装着し行動追跡したほか、20か所に自動撮影カメラを設置しシカの出現状況を記録した。また、植生保護柵を利用した捕獲手法開発では、丹沢山山頂付近の現地植生保護柵2か所を使って捕獲柵を設置し、開放実験を12月、1月、2月の計3回行った。1月は1か所誘因物あり1か所が誘因物なしの条件で、開放約5日後複数頭のワナへの侵入が見られた。2月下旬から3月上旬の同様な開放実験では、給餌翌日より、朝6:00-8:00頃を中心に10頭以上のシカ集団が利用することが確認できた。

#### 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法面緑化施工地の遷移状況を把握するために、丹沢山地の林道5路線で自然の法面（対照区）を含めて植生調査した。施工時に導入された外来牧草は4～5年で優占度が低下して、代わりにコアカソやウツギといった在来種が侵入してくる傾向があった。この2種は自然の法面においても高頻度で出現したことから、これらを含む灌木林または林縁植生が緑化工を施工した法面の目標植生になると考えられた。

## 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

## 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 —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する計画となっており、4年目となる平成22年度は、足柄上郡山北町中川のヌタノ沢流域に観測施設を整備した。また、4か所目の試験流域について、学識者による検討会議や現地検討を踏まえて、南足柄市荻野のフチゼリ沢、クラミ沢に選定した。さらに、選定に係る流域調査等を踏まえてモニタリングの方針について検討した結果、短期的には箱根外輪山地域の流出特性を把握することを主眼とし、中・長期的には当該地域の森林づくりの方向性を踏まえて必要に応じて実験操作する方針とした。また、すでに観測施設の整備が終了している大洞沢および貝沢においては事前モニタリングを実施し、調査分野ごとに5か年の中間報告を取りまとめた。

#### Aa 対照流域法等によるモニタリング調査 —観測施設整備（ヌタノ沢）—

足柄上郡山北町中川のヌタノ沢流域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、量水堰等の水文観測施設と気象・水文観測システムを整備した。請負工事1件とプロポーザルによる業者選定を行った業務委託1件により、流域内に気象観測装置1箇所、水文観測施設2箇所を整備した。気象観測項目は、温湿度・日射・風向風速・雨量、水文観測項目は、水位・水温・濁度である。常時10分間隔でデータを取得、自然環境保全センターへデータを自動転送するシステムを構築し、3月上旬よりシステムの運用を開始した。

#### Ab 対照流域法等によるモニタリング調査—観測施設保守管理（大洞沢・貝沢）

平成20年度及び平成21年度にそれぞれ観測施設を整備した大洞沢と貝沢については、施設やシステムの一部増設・改良を行った。大洞沢の監視カメラの増設などの現地設備改良のほか、自然環境保全センター内の情報室電源整備や観測データ展示用の回線整備などを実施した。

#### 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（水・土砂）—

平成21年度から本格的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。平成22年度から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や物質循環を把握するための調査を行った。大洞沢では、2010年の年間降水量3131mmに対し、No3流域では年間1842mm（59%）の流出が観測されたが、No4流域では年間3810mm（122%）と降水量を上回る流出が観測され、2009年と同様に流出特性に違いがみられた。このことから、No4流域では隣接する流域からも地下深部で水が流入している可能性が示唆された。また、土砂動態に関しては、新たにセシウム137と過剰鉛をトレーサーとして流出した浮遊土砂の発生源を調査したところ、流域4に比べて流域3のほうが流域内の裸地斜面の寄与が大きかった。

#### 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（生きもの）—

溪流藻類については、湘南短期大学との共同研究により大洞沢、貝沢でこれまでの補完調査を行った。また、新たにヌタノ沢の冬期の底生動物について調査したところ、B沢では数年かけて一世代を送るトンボ類等の数種が確認されたが、A沢ではこのような化性をもつ水生昆虫類は今回は確認できなかった。これはA沢では乾燥期に表流水の枯渇する区間があることと関係している可能性がある。さらに、フチゼリ沢では中・大型哺乳類について、文献調査・踏査・自動撮影カメラ調査を行ったところ、40地点で実施したカメラ撮影では、ノウサギが最も多く撮影され全体の1/3を占め、

次にタヌキやイノシシが続いた。また、クラミ沢でツキノワグマの痕跡が確認された。

#### **Ae 対照流域法等によるモニタリング調査 —事前環境調査（フチヂリ沢）—**

フチヂリ沢流域に対照流域モニタリング試験地を設定するにあたり、流域の基礎的な環境調査を行った。既存資料による自然条件や社会条件の概況調査を行うとともに、モニタリングの基盤データとして航空レーザ計測を行った。森林については、流域内を踏査し植生概況図を作成するとともに、40地点に調査プロットを設け、立木調査、土壌断面調査、土壌物理性等の調査を行った。その結果、全体的にスギやヒノキの人工林の割合が高かった。

#### **Af 対照流域法等によるモニタリング調査 —広域水環境調査—**

森林環境調査の一環として、大洞沢の試験流域No. 4の出口で深度50mのボーリング調査を行った。その結果、河床堆積物が4m余り、そこから孔底の50mまで丹沢層群で、深度20～22m、深度37～39mの亀裂帯が帯水層とみなされ、最深部の48m付近に水頭観測のためスクリーンを設置した。地層の透水係数は、 $4.66 \times 10^{-5}$ cm/秒 $\sim 2.55 \times 10^{-6}$ cm/秒と算定された。さらに、平成21年度の調査と同じ27地点で、豊水期（8月）に流量の一斉測定及び採水・水質（一般項目）分析調査を行った。各水系での流量の増減をみると、ヌタノ沢A沢では途中で伏没浸透のため一旦流量が大きく減少し、涸れてしまうが、再び基盤が露出する狭隘部より下流で流量を復活させる。一方、B沢では、源頭部の湧水帯の湧出量が多く、河川流量は一気に増加する。年間を通じて流水が見られる。水質をキサダイアグラムで比較した。4流域ともに河川源頭域の溪流地で、比較的溶存成分量が少なく、カルシウム・炭酸イオンが主成分のパターンを示している。4流域を詳しく比較すると、貝沢は電気伝導度が高く、硫酸イオンが多く、炭酸イオンが少ない。ヌタノ沢は比較的カリウムイオンが多い。さらに、狩川は珪酸が多いなど、流域差が認められる。これらは、流域の地質、土壌、林相等を反映していると考えられる。

#### **Ag 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—**

貝沢流域の水循環モデルを新たに構築し、森林放置による土壌被覆や林床変化の影響、森林皆伐等の間伐を想定したシナリオ解析を行い、概ね良好な結果を得た。引き続き、流量等のモニタリング結果を蓄積させ、モデル検証を重ねて予測精度の向上を図っていく。大洞沢流域では既存の水循環モデルに浮遊砂輸送機能を付加し、森林管理の影響についてシナリオ解析を行って、シカ柵設置、強弱間伐、皆伐植林、放置を想定し、施業直後、林床植生の成長期、樹層の回復期について解析を行ったところ、①流量は樹層の変化より林床植生の回復により大きく影響される。②低水流量の回復は流域No. 3のシカ柵設置の効果が最も大きい。③施業を行うことにより、土壌の浸透能が増加し、土砂流出が抑えられることなどが予測された。さらに、堂平沢・ワサビ沢モデルを新たに構築し、浮遊砂輸送機能の検証を行った。堂平沢・ワサビ沢は、地すべり地形を考慮した流動機構をモデルに盛り込んだ。2009年7月の台風による大雨時の流量と浮遊砂濃度変化を用いて再現性解析を行い、概ね良好な結果を得たので、さらに、モニタリング結果に基づく解析を積み重ね、精度向上を図っていく。

#### **Ah 対照流域法等によるモニタリング調査—流域周辺の水質観測—**

水源環境のモニタリング調査の一環として、大洞沢、貝沢及びヌタノ沢の3試験流域及び流域周辺地の18ヶ所で毎月1回の頻度で水質調査を行い、水質構成、濃度等の季節変化、経年変化などの把握を行う。調査は、現地にて試料採取し、水温、pH、電気伝導度を測定、実験室にて溶存イオン物質をイオンクロマトグラフにて分析し、その結果を時系列（グラフ）上で検討し、水質の季節変化パターンと変化量を把握する。調査結果によると、大洞沢では、10、11月に溶存量の一時的な減

少傾向が観測されたが、これは降雨の影響であろう。貝沢では、他に比べて溶存量が多い硫酸イオンは11月を底とする濃度の季節変化が認められる。同様の硝酸イオンは9月に濃度が増加し、次第に減少する変化が観測された。これらの変化は、降雨の影響の可能性はある。スタノ沢では、1月に電気伝導度、カルシウムイオン ( $Ca^{2+}$ ) が一時的に増加したが、量水堰工事等の影響の可能性はある。カリウムイオン、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩素イオンについては、溶存量が少ないこともあり、目立った季節変化は認められない。今後は降水量、流量との関連、経年変化さらに大気汚染等の外的要因についても解析を行っていく。

#### Ba 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のために、林況・植生・土壌移動量調査9地点で、センサーカメラによるシカの生息状況調査を7地点で、人工林での広葉樹実生の生育状況を1地点で実施した。林況・植生・土壌移動量調査からは、林床植生の繁茂しているところが多くあり、乏しいところは2地点のみであったこと、土壌移動は2地点で認められたことがわかった。シカの生息状況調査からは、7地点ともに撮影枚数の75%以上はシカであることがわかった。人工林の広葉樹実生の生育状況調査からは、先駆樹種のフサザクラとカラスザンショウ、アカメガシワが密度と樹高ともに高いこと、柵外ではシカを捕獲するか植生保護柵をしないと広葉樹実生の成長は見込めないことがわかった。

#### Bb 水源林の保全と再生技術の開発に関する研究、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、省力的な密度調査法としてカメラトラップ法の検証とGPSテレメータを用いた行動追跡を行った。カメラトラップ法による推定値は、糞粒法や区画法による推定値と比較して大きな差が無く実用に有望と考えられた。4頭による行動追跡からは、大小の季節移動が見られる個体(0801、0901、0902)や、定住型を示す個体もの(102)などバラエティが見られた。

#### C 広葉樹実生図鑑の作成

広葉樹施業やモニタリングの従事者に役立つ広葉樹実生図鑑を作成した。掲載した種数は合計で119の種と変種、亜種である。そのうち一年生の実生は69の種と変種、亜種である。残りの50種は2～3年生程度の稚樹である。発行部数が限定されたため、当センター研究連携課のホームページに掲載して、受信・印刷できるようにした。

### 2-2 公益的機能を活かす森林活用の研究開発

#### A 森林吸収源計測・活用体制整備強化事業

林野庁による森林吸収量算定の基礎データの収集の一環で、枯死木調査と堆積有機物量調査、土壌炭素蓄積量調査を2箇所で行った。土壌試料と堆積有機物試料を事務所に持ち帰り、分析用の前処理を行って、分析機関の(独)森林総合研究所に送付した。

### (3) 持続可能な資源の利用と管理に関する研究

#### 3-1スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究

##### A 花粉のないスギ・ヒノキ実用化プロジェクト研究

無花粉スギ品種のさらなる改良のため、神奈川不稔1号と別の無花粉スギ遺伝子を持った神奈川県産精英樹F1を育成した。また種子による無花粉スギの生産試験で、簡易検定手法を改良し判定率が98%に向上するとともに、447本の無花粉スギを生産した。ヒノキではジベレリンペーストによる早期着花技術が開発され、DNA分析による交配材料の確認を実施した。実生苗による家系別ヒノキの着花試験で6年にわたり花粉をつけなかった個体を少花粉候補木として選抜した。

## B 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ている。無花粉スギの検定試験の結果、人工交配由来の種子では無花粉率が低下せず、苗木生産上の問題ではなく、閉鎖系採種園の種子の問題によるものと推定された。また閉鎖系無花粉スギ採種園は、予想以上に花粉の飛散量が少なく、いつまでも雄花から花粉が放出されず、風が弱く高湿であることが原因として推定され、施設上の問題があることが明らかになった。

## C スギヒノキ花粉発生源調査事業

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75.3点となり、昨年より15.9点より4.7倍も多くなった。平成9年からの13年間の平均値と比較して過去最高になったことから、12月中旬に「平成23年春の花粉飛散量は、非常に多い」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23年春はヒノキも雄花着花量が多かった。

## D スギ・ヒノキ林の花粉削減に関する研究

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23年春の総花粉飛散数は48,531個/cm<sup>3</sup>、ヒノキも14,345個/cm<sup>3</sup>となり、いずれも過去最高であり、スギ・ヒノキ花粉発生源調査事業での予測値をさらに上回る飛散量であった。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23年春は、ヒノキでは平成20年以來の豊作年であった。

## 3-2 森林資源の利用技術の研究開発

### 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。今年度は、あらかじめ現場から回収して乾燥処理を行っておいた3年区丸太杭120本について、産業後継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。これにより、0、1、3年区の結果が得られた。0年区および1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。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。

### B 中山間地域を活性化させる特用林産物の生産技術の開発

里山の保全並びに特用林産業を通じた地域振興を目的として、林床等を活用した栽培品目を複合的に組み合わせた長期安定生産技術の開発研究を行った。設置2年目のハタケシメジ菌床では10～11月に2年間合計の1割程度の子実体が発生した。また、設置2年目のマイタケ原木では10月に2年間合計の2～4割程度の子実体が発生した。ニオウシメジの品種別栽培では、2品種について昨年に引き続き子実体の発生が確認された。アラゲキクラゲの菌床栽培における黄色粘着トラップを用いたクロバネキノコバエ防除試験では、天井から菌床の真上に吊り下げたトラップの捕獲数が最も多くなった。

## 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解明と再生技術の研究開発  
Aa-1 ブナ林衰退実態モニタリング、衛星写真によるブナ林衰退実態モニタリング
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 山根正伸・谷脇 徹・相原敬次、笹川裕史\*・伊藤 祥子\*・清水 英幸\*（\* 国立環境研究所）

### (5) 目的

本研究では、リモートセンシングデータを用いた丹沢地域の冷温帯自然植生ならびにブナ衰退要因の把握手法を開発し、広域自然林を対象とする効率的なモニタリング手法を提案するとともに、衰退状況の変遷を明らかにすることを目的とする。

今年度は、リモートセンシングを用いて丹沢地域のブナがオゾンにどの程度影響されているかを把握するために、オゾンの影響によるブナのストレスが適切に把握できる波長帯の指数を選択し、選択した指数を時系列衛星データにあてはめ、オゾンに対するブナのストレスの時空間特徴を明らかにする。

### (6) 研究方法

材料には、室内栽培したブナサンプル、現地採取サンプルおよび3カ年の展葉時期のLANDSAT 5-TMデータを用いた。解析対象地域は別途設定されているサンプリングポイントとした。

まず、異なるオゾン濃度で栽培されたブナの分光反射を計測し、オゾン濃度に応じたブナの反応を示す分光反射指数を選択した。続いて実験材料から得られた指数が、現地に当てはまるかと、指数を当てはめた衛星データと現地データの関係を確認した。そして、時系列衛星データを用いたオゾンに対するブナのストレスの時空間解析を行い継続的なブナ衰退モニタリング手法の提案を行った。

なお、本研究は国立環境研究所との共同研究として実施した。

### (7) 結果の概要

室内栽培サンプルを用いたオゾン濃度に応じたブナの反応を示す分光反射指数の選択では、分析やモニタリングおよび解析の観点から、TM3/TM1が有効であると考えられた。TM3/TM1は現地データおよび衛星データにあてはめても有効であった。1980、1990、2000年代のLandsat データからTM3/TM1を計算したところ、空間的には、各年代とも丹沢山地東部で高く、西部で低い傾向が認められた。時系列的には、80年代と2000年代を比較すると、オゾンによる影響は大幅に改善が進んでいることが示された。TM3/TM1は青および赤の広域波長帯を利用するので、既存の衛星データやカラー空中写真でも適用可能であると考えられた。

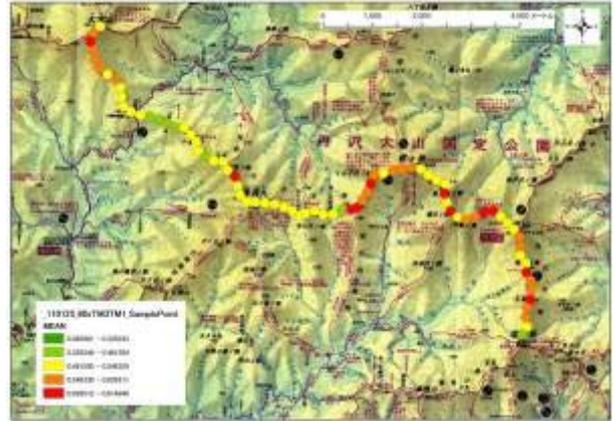


図 1-1-1-Aa-2.現地調査地点における TM3/TM1

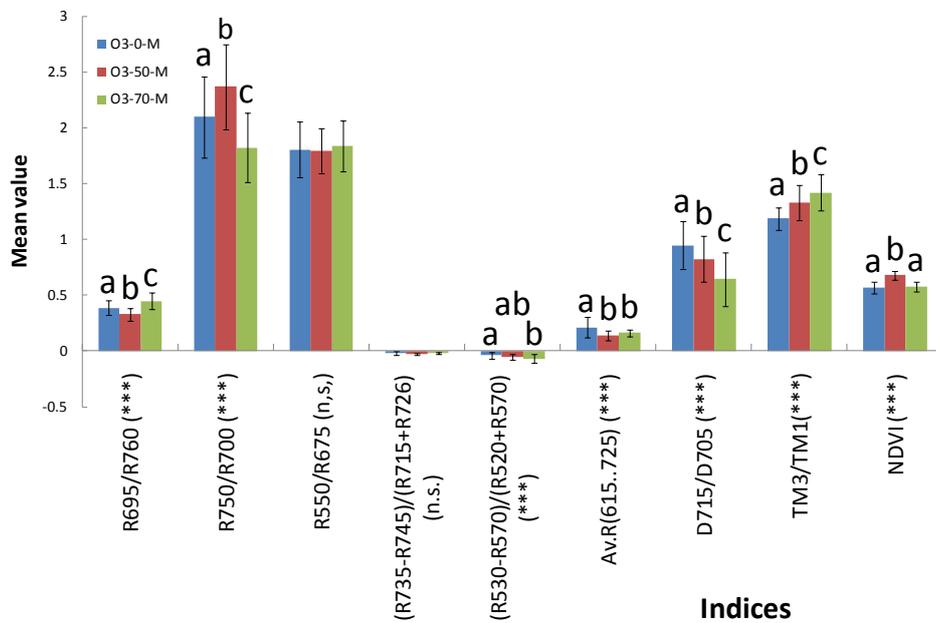


図 1-1-1-Aa-3.現地調査地点におけるオゾン移流フラックス

### (8) 成果の発表

1. 笹川 裕史・伊藤 祥子・鈴木 透・谷脇 徹・プア ムイハウリ・山根 正伸・清水 英幸 (2010)リモートセンシングデータを用いた丹沢山地ブナクラス域における植生状況の時系列変化解析. 日本森林学会大会発表データベース, . 121, pp. 396-

# 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解明と再生技術の研究開発  
A a-2 ブナ林衰退実態モニタリング、空中写真を用いた衰退履歴解析
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 山根正伸・鈴木透（酪農学園大学）
- (5) 目的

近年枯死などの衰退が著しい丹沢のブナ林について、空中写真を利用して、全体の衰退状況を時系列に把握することによって、ブナ林衰退機構の解明とブナ林の再生のための各種施策に資する基礎データを得ることを目的とする。特に第一期研究により、ブナ林の衰退は丹沢山地で一様に進行しているのではなく、空間スケールごとに異なる傾向があることが分かっている。このため、ブナ林の衰退実態を時系列に把握しながらも、衰退要因との関連づけができるようにマクロ、メソ、サイトの各スケールにおいて衰退のデータを取得する。

## (6) 研究方法

前年度に行った 2007 年写真を判読した大室山から鍋割山に至る主稜線の土地被覆解析と同様な方法により、表に示す写真を用いて土地被覆を判読・図化し、GIS を用いて面積測定を行った。

土地被覆の分類も現況判読と同様に、草地・裸地、人為改変地、崩壊地、針葉樹林、広葉樹林の 5 区分とし、ブナ衰退の指標として草地・裸地面積と、以下の式で示される草地・裸地面積を算出した。

表 1-1-1-Aa-2-1. ブナ林衰退履歴判読に使用した オルソ画像の撮影年度と撮影機関

\* 草地・裸地面積割合

$$GPi = \frac{Gi}{Gi + Bi} \times 100$$

集計範囲は大室山から鍋割山にかけての稜線上に大室山から 200m ごとにサンプリングポイント（91 地点）を設定し、そのサンプリングポイントから半径 100m のバッファを発生させ、バッファ内の土地被覆の各項目について面積を算出した。

年代	撮影年	撮影機関
1970 年代	1974 年	国土地理院
	1977 年	国土地理院
1980 年代	1985 年	(株) パスコ
1990 年代	1993 年	国土地理院

## (7) 結果の概要

1970 年代の土地被覆判読結果の各サンプリング地点における土地被覆面積割合は、地点により草地・裸地面積が少ない場所と多い場所が見られた(図 1-1-1-Aa-2-1)。蛭ヶ岳から丹沢山にかけての地点で草地が多くみられ、10-50%の割合を占めていた。崩壊地は大室山周辺を除き全体的に分布している。蛭ヶ岳から丹沢山、塔ノ岳から鍋割山で多くの草地・裸地が確認された。

1980 年代と土地被覆判読結果は、1970 年代と同様に、蛭ヶ岳から丹沢山にかけての稜線上で草地が多くみられた(図 1-1-1-Aa-2-2)。大室山から檜洞丸に至る一部などに草地が拡大する場所があるほか、蛭ヶ岳山頂付近などでは、すでに草地化した場所の拡大が目立った。

1990年代の土地被覆判読結果からは、草地在全体に拡大するほか、檜洞丸山頂付近と蛭ヶ岳山頂から東に伸びる地区で草地の拡大が顕著である(図1-1-1-Aa-2-3)この傾向は、2000年代にかけても引き続き観察され、檜洞丸山頂付近、蛭ヶ岳山頂付近、丹沢山山頂付近での草地の拡大が顕著である(図1-1-1-Aa-2-4)。一方、大室山付近などの草地在一部減少している地区があった。

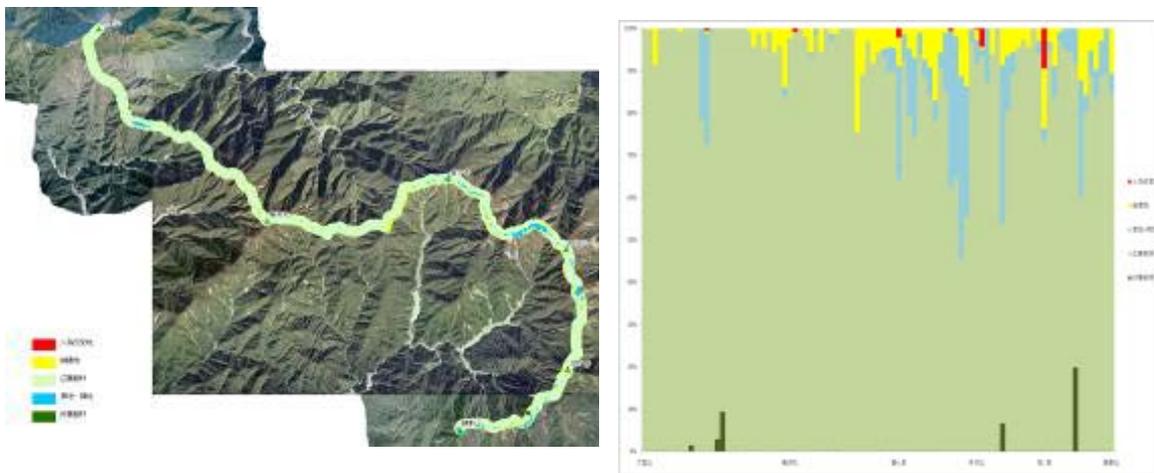


図1-1-1-Aa-2-1. 1970年代における土地被覆の判読結果. 左：土地被覆状況. 右：土地被覆割合

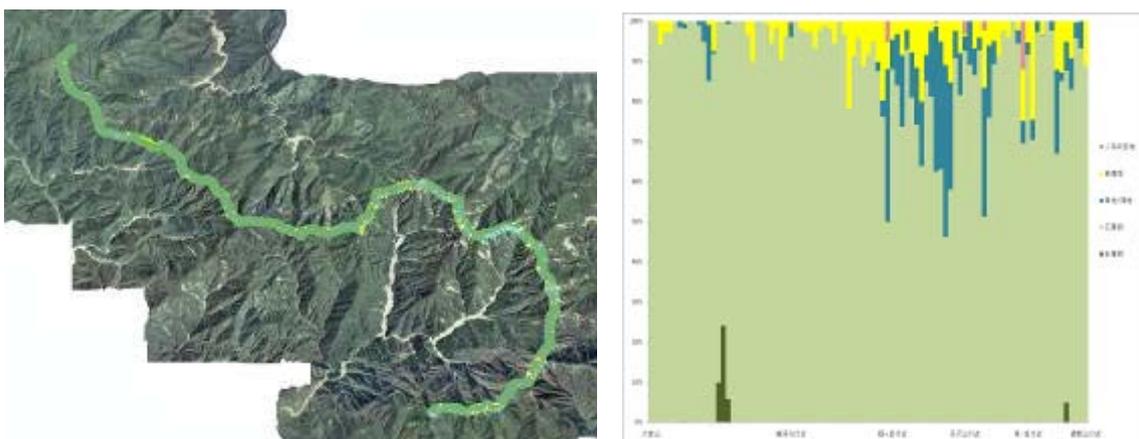


図1-1-1-Aa-2-2. 1980年代における土地被覆の判読結果. 左：土地被覆状況. 右：土地被覆割合

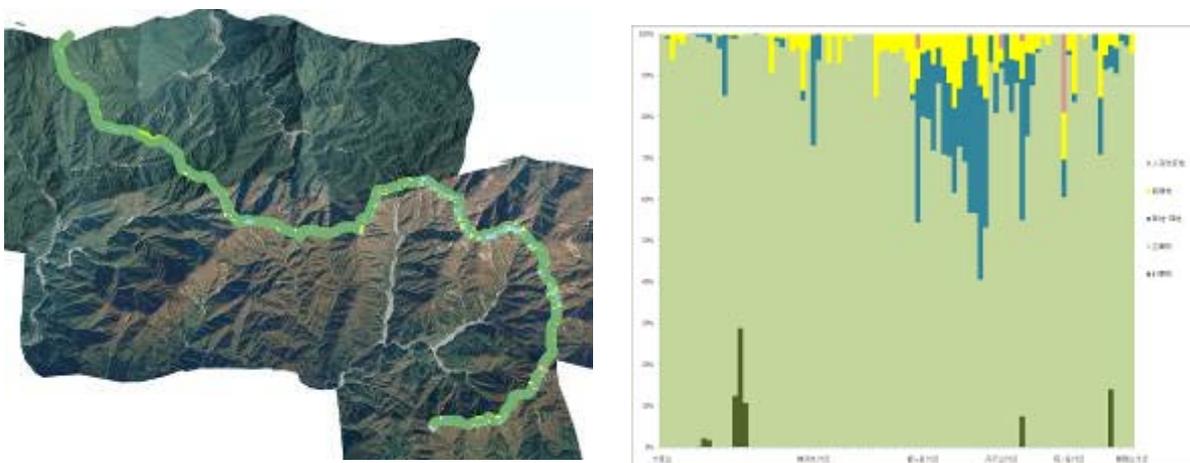


図1-1-1-Aa-2-3. 1990年代における土地被覆の判読結果. 左：土地被覆状況. 右：土地被覆割合

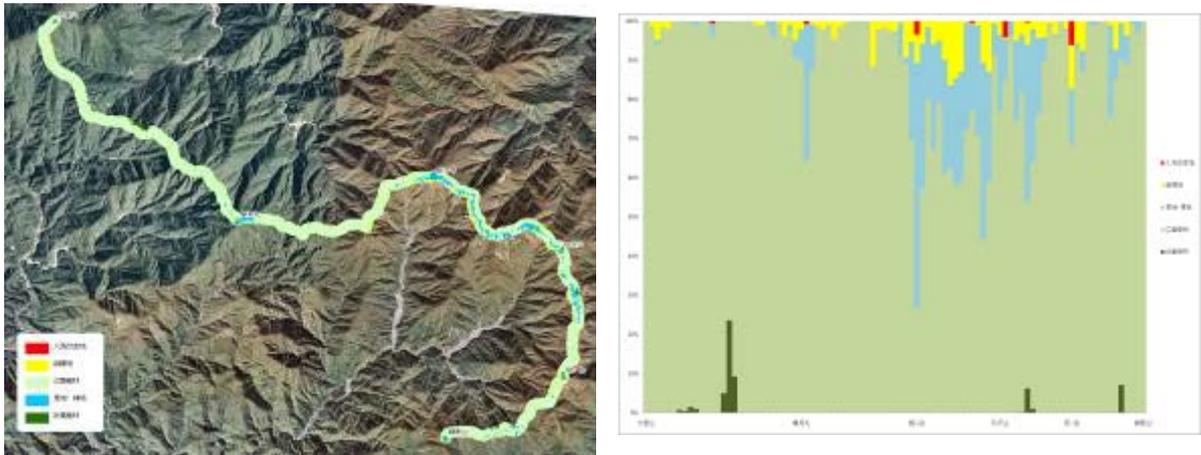


図 1-1-1-Aa-2-4. 2000 年代における土地被覆の判読結果. 左：土地被覆状況. 右：土地被覆割合

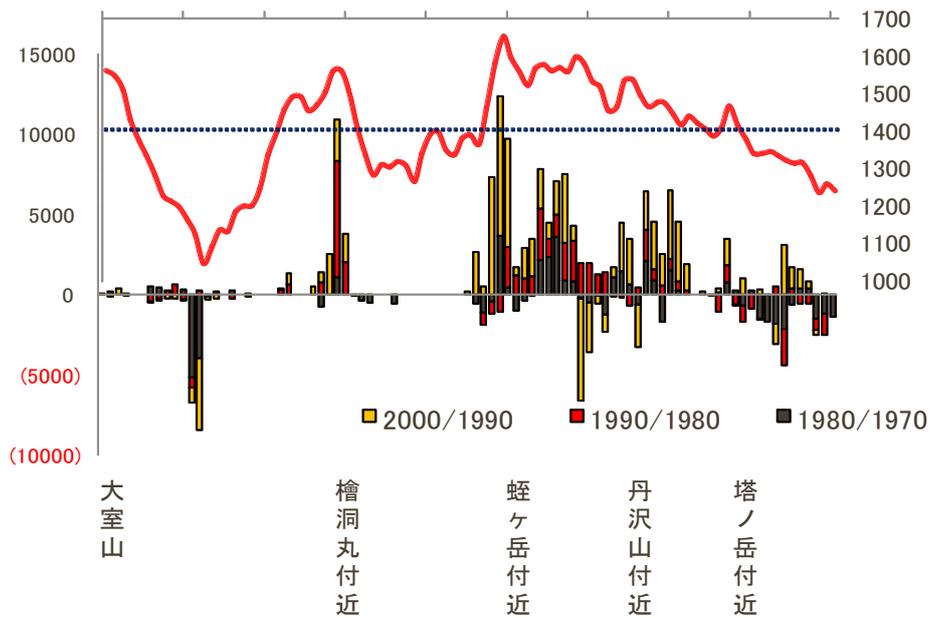


図 1-1-1-Aa-2-5. 1970 年代から 2000 年代にかけての草地面積変化（左縦軸、単位 m<sup>2</sup>）と標高（右縦軸、赤実線、単位 m）の関係

サンプリング地点（N=91）における各年代の草地裸地面積割合（GP）の平均値は、1970年代、1980年代は草地裸地面積の割合は約 6%であったが、1990年代では約 7%、2000年代では約 9%と上昇し、草地は全体として少しずつ拡大していることが示された（図1-1-1-Aa-2-5）。

さらに草地・裸地の増加率 (m<sup>2</sup>/年) を見ると、1970年代から1980年代に書けては-0.7%とほぼ変化がなかったが、1980年代から1990年代、1990年代から2000年代にはそれぞれ12.5%、14.2%の増加率を示しており、90年代以降大きくブナ林の消失が進んできたことが確認できた。

草地化が進んでいるのは、おおむね標高1400mを越える稜線部分である。

次に、衰退が進んでいる地区での草地の拡大状況をみると、南向きの斜面で大きく草地が拡大したことがわかる。

最も草地拡大が顕著な地区の一つである蛭ヶ岳では、1970年代には山頂付近の山小屋用地周辺にまとまっているほかは、主稜線の南斜面に小さな島状の草地が分布している (図1-1-1-Aa-2-6)。

2000年代になると山頂付近の北側斜面で若干草地が拡大していることに加えて、南側斜面の草地は1970年代の島状の草地がつながる形で草地が大きく拡大している。草地の拡大はほとんどが南向き斜面である。

丹沢山の山頂付近の変化では、1970年代には山小屋周辺にややまとまった草地があるほかには、ごく小面積の草地が主稜線付近に小さく分布するのみである (図1-1-1-Aa-2-6)。2000年代になると山頂の北側主稜線の南向き斜面において草地で大きく草地が拡大している。また、山頂から南に伸びる主稜線の南西斜面でも草地が新たに出現している。草地の拡大は、先に見た蛭ヶ岳に比べると小さい。

このように、局所的に見ても草地の拡大は、南向き斜面を中心に起こり、尾根を挟んだ反対側の北向き斜面ではあまり拡大しておらず、草地拡大の空間的な特性が把握できた。

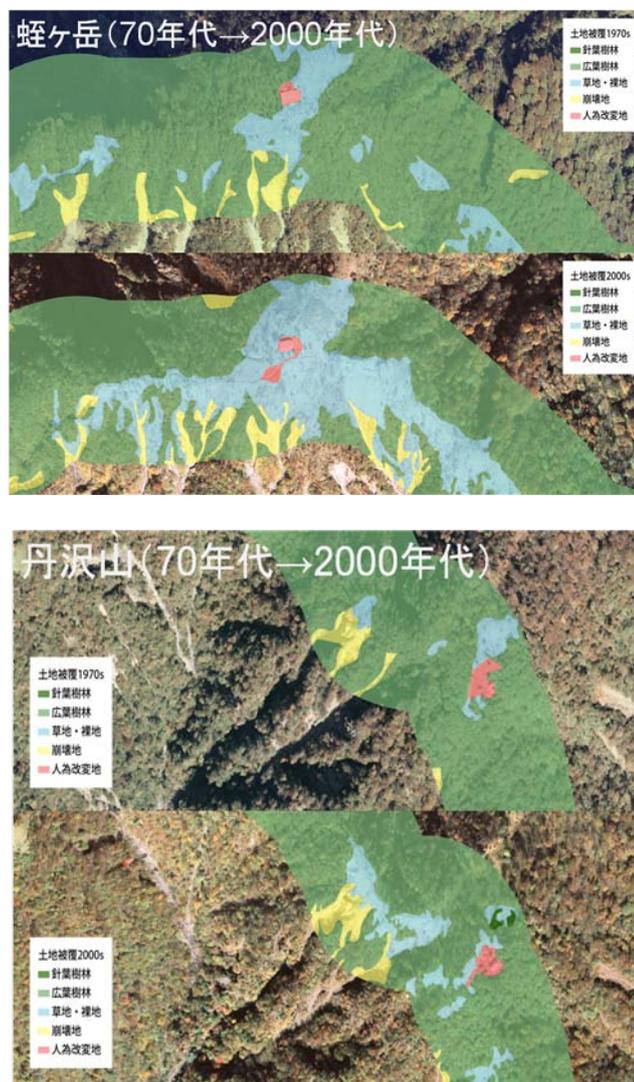


図 1-1-1-Aa-2-6. 蛭ヶ岳 (上) と丹沢山(下)の山頂付近における土地被覆の変化。

## (8) 成果の発表

1. M. YAMANE, T. SUZUKI and H. SASAKAWA (2010) GIS-based analysis of beech forest decline using time-series aerial photographs: case study of the Tanzawa Mountains, Central Japan. ACRS, Hanoi, 2010. 11

## 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解明と再生技術の研究開発  
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（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 相原敬次・越地 正

### (5) 目的

樹木、とりわけブナの衰退機構の解明と保全再生対策へ結びつけるため、樹液流法によって時系列的な蒸散状況を把握するとともに、単木レベルでの蒸散に伴う水分ストレスと環境の関係を明らかにする。

### (6) 研究方法

檜洞丸（標高 160.1 m）の山頂直下南面のブナ 3 個体に樹液流計測装置を設置し、蒸散状況を把握するとともに、環境要因として気温、湿度、風向、風速、全天日射量、およびブナの生育に影響があるとされる光化学オゾン濃度（オゾン濃度）についても併せて計測し、樹液流との関係を検討した。調査は 2009 年から 2010 年にかけて実施したが、ネズミ等によるケーブル破損が生じたため、今回、2009 年 6 月 11 日（午前 0 時）から 8 月 31 日（午後 11 時）までの 82 日間（1968 時間）の結果について検討した。

### (7) 結果の概要

①樹液流速度の計測結果は、夜間に低く、昼間に高くなる周期性が認められ、環境に応じた単木単位でのブナ着葉期の蒸散状況を反映していた。（図 1）

②檜洞丸における夜間のブナの樹液流速度は、とりわけ衰退の進んだ個体（No. 3）で、昼間の 1 割を越える過剰な蒸散量が算出され、個体毎の水収支の不均衡、すなわち「水ストレス」が生じているものと考えられた。

（表 1）

③檜洞丸における環境因子の状況は、主風向が北西方向と南南東方向で、大気汚染物質であるオゾン濃度については、夜間になっても昼間と同程度か、それ以上の濃度が継続する状況が認められた。（図 2）

### (8) 今後の課題

夜間における蒸散の再確認と、その要因に関する検討。

### (9) 成果の公表

なし

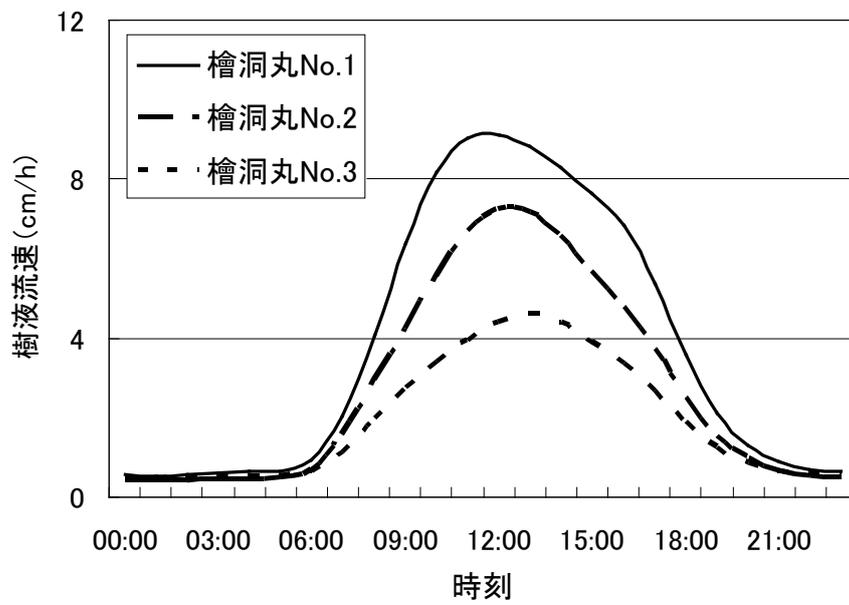


図1 樹液流速の時刻別の平均値

表1 ブナの推定蒸散量

計測個体	蒸散量 (l/day)			
	全日 (24時間)	昼間 (15時間)	夜間 (9時間)	夜間/昼間
檜洞丸-No.1	58.9	54.7	4.2	0.08
檜洞丸-No.2	67.2	62.4	4.8	0.08
檜洞丸-No.3	84.5	75.3	9.2	0.12

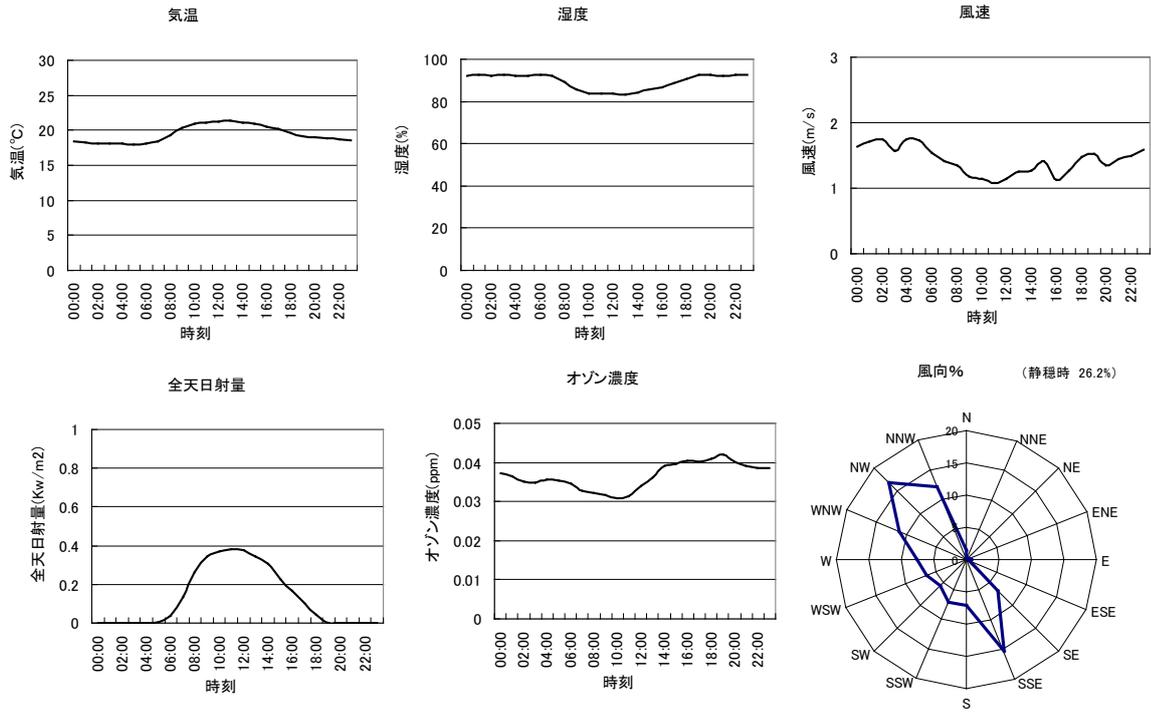


図2 檜洞丸における環境因子の状況

## 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解明と再生技術の研究開発  
Ba ブナ林立地環境モニタリング調査－気象・大気モニタリング－
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 齋藤 央嗣・相原敬次・田村 淳・谷脇 徹・越地 正・山根正伸

### (5) 目的

ブナ林衰退の原因を解明するため、丹沢山地の気象や大気環境の特性を把握するとともに各試験研究の基礎データとして活用する。また、自然再生事業のモニタリング等の基礎情報として活用するために広く情報提供を行う。

### (6) 研究方法

#### ① 気象・大気観測の概要

##### ○観測地点と観測項目

昨年度用に 6 地点で気象・大気観測を行った。そのうち、大野山については大野山育成牧場、農業技術センターの協力によりオゾン観測を行った。

##### ○観測・通信システム

現地ロガーに記録したデータを携帯電話回線により定期的に自動回収した。回収頻度は、丹沢山、檜洞丸南斜面は 3 時間おき、鍋割山、菰釣山は 6 時間おきとした。堂平については、データ回収用パソコンを用いて現地でデータを回収した。大野山は、農業技術センターの気象観測システムの電話回線によりデータ回収を行った。

##### ○観測値データベースの構築

観測データの活用のため、観測値データベースの基本設計を行い、それに基づいてデータベースを構築した。また、データベース運用マニュアルを作成した。これら一連の業務は（有）ネプスに委託して実施した。

#### ②観測装置の保守管理および改良

観測装置の点検については、年 1 回詳細に行い、それ以外は 2 か月に 1 回程度、簡易な点検を行った。また、観測施設の異常が起こった時に、施設の復旧を行うとともに、必要な施設改良を施した。

### (7) 結果の概要

#### ① 気象・大気観測

年間を通して観測を行った。平成 22 年度は、丹沢山および堂平で落雷や機器のトラブルにより多く欠測が生じた。また、電話回線の不安定が原因で、菰釣山や鍋割山などでデータ回収に不具合が生じた。

#### ② 観測装置の保守管理・

##### ○定期点検

7 月～12 月にかけて、全箇所の観測装置の点検と、自然環境保全センター内のデータ回収システムの点検

を行った。また、オゾン計については、環境科学センターが、定期的に機器の校正を行った。

### ③観測データの活用とデータベース構築

環境科学センターでのオゾンのデータ解析に提供したほか、愛媛大学への受託研究で実施した大気環境解析にデータ提供した。

また、データベース構築では、ブナ林気象環境観測用に設置された収集装置により記録された観測情報を自然環境保全センター内に設置したデータベースに20年間分を登録し、将来的にWeb上での運用を行うことを前提としてシステム設計を行い、以下の過去の観測データの物理値と月報値をデータベースに登録した。なお、データ検索ツールについては、平成23年度に引き続いて開発する予定である。

開発したシステムでは、月に1度第一土曜日と日曜日の夜間に、前々月のデータをバックアップし、続いて前月の観測データを所定のデータベースに登録する。本システムのシステム環境におけるハードウェア、ソフトウェアは表1、2に示すとおりである

(観測データ)：記録周期。10分間隔記録値：物理値(センサーからの値を補正した換算値)

No.	観測データ	装置 I D								備考
		30	32	33	34	50	52	53	54	
1	日付	○	○	○	○	○	○	○	○	
2	時刻	○	○	○	○	○	○	○	○	
3	温度	○	○	○	○	○	○	○	○	
4	日射	○	○	○	○	○	○	○	○	
5	日射(積算用)	○	○	○	○	○	○	○	○	
6	風向	○	○	○	○	○	○	○	○	
7	雨量(10分)	○	○	○	○	○	○	○	○	
8	風速	○	○	○	○	○	○	○	○	
9	積算日射(10分)					○	○	○	○	
10	最大風速(10分)					○	○	○	○	
11	最大風速時風向					○	○	○	○	
12	最多風向(10分)					○	○	○	○	
13	平均風速(10分)					○	○	○	○	
14	オゾン	○			○	○			○	

(月報データ)

データ種別： 日付、及び温度、風向、風速の各日毎の平均値、最大値、最小値、及び雨量、日射の各日毎の平均値

記録周期： 日毎に集計した値

記録値： 物理値

表1 気象観測値データベース運用環境、ハードウェア。

名称	型番	備考
コンピュータ本体	DELL Precision T3400 【CPU】 Duo CPU E8400@3.00GHz 【メモリ】 2GB 【内蔵H:DD】 300GB	C:20GB D:270GB
USB 外付け H:DD	Buffalo HDS-C1.0TU2 1.0TB	データベース領域 H:ドライブ割付
ネットワーク H:DD	なし	
バックアップ装置	なし	
UPS	なし	

表2 気象観測値データベース運用環境、ソフトウェア。

名称	型番	備考
OS	XP Professional Ver.2002 SP3	マシン名 MT-kisyo パスワード kisyo
データベース	Oracle11g Release2 11.2.0.1.0	
アプリケーション	なし	

#### (8) 課題

- ・気象・オゾン観測機器類の現場及びシステムの定期的保守について、今後も継続する必要がある。また、観測トラブルが起こったときには、迅速に対応する必要がある。
- ・これまでデータ回収を行っていた携帯電話回線が平成24年3月をもって廃止されるので、データ回収方法の変更と、観測態勢の見直しが必要である。
- ・観測値データベースを活用して気象、オゾン観測データを活用して、ブナ林衰退と枯死のメカニズムとの関係について総合的に解析する必要がある。
- ・気象観測値データベースの検索ツールを、平成23年度中に開発する。

#### (9) 成果の発表

なし

## 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解明と再生技術の研究開発  
Bb ブナ林立地環境モニタリングー土壤侵食モニタリング（対策工の検証）ー
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 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、ブナ林を中心に現在進行しつつあり、再生事業が開始された土壤流出対策について、今後の技術の改善のために、施工試験した対策工の効果検証モニタリングを行う。

### (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。

#### ②効果検証モニタリング調査

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、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、付帯情報として近傍の土壤侵食量調査地で林内雨量を測定した。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。

本研究は、東京農工大学への委託研究により実施した。

### (7) 結果の概要

平成 17 及び 18 年度に施工した各種対策工のモニタリングを継続し、4～5 年経過時点での対策工の効果検証を行った。その結果、現時点では以下のような点が明らかになった。（詳細は、受託研究報告書参照）

○すべての対策工種において、設置の翌年度は土壤侵食量の軽減効果が認められたが、その後の経年変化により、効果が増加する傾向の工種と低下するものがあった(図 1、2、表 1)。

○すべての対策工種で、設置後から林床合計被覆率（植生とリターの合計被覆率）が年々増加する傾向にあり、3～4 年目には多くの対策工種で林床合計被覆率が 95～100%に達した（図 3）。また、無施工の対照区においても林床合計被覆率は増加傾向であり、堂平周辺のシカ管理捕獲が影響している可能性が考えられた。なお、林床合計被覆率の同じ施工地と無施工地では、施工地で樹冠通過雨量 1mm あたりの土壤侵食量は少なかった。

○対策工の効果と水流出に与える影響を検討するために、堂平地区内の既存の試験プロットにおける各種測定結果を用いて林床植生合計被覆率と流出率の関係を検討したところ、林床合計被覆率が增加すると流出率が低下する傾向が認められた(図 4)。このことから、対策工の施工により林床合計被覆率が增加し、土壌侵食の軽減効果に加えて、林内に降った雨の地表面を流れる割合の低下と地中浸透割合の増加により、施工地下流への安定的な水の流出につながると考えられる。

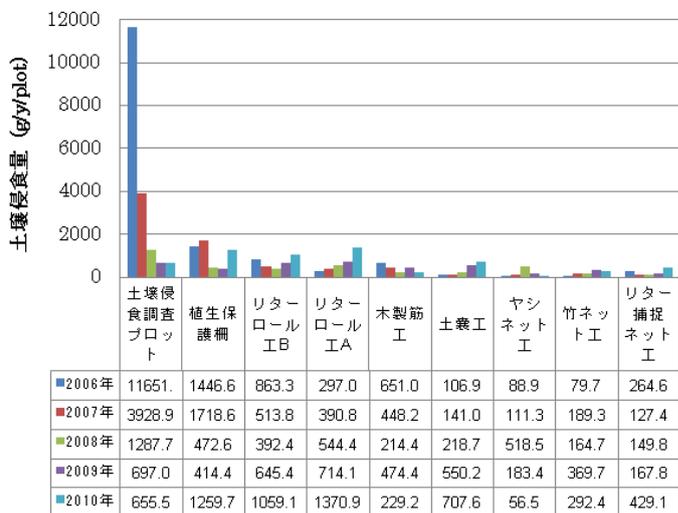


図 1 2005 年施工地における各対策工の年別積算土壌侵食量  
(年間積算侵食量 g/10m<sup>2</sup> プロットあたり)

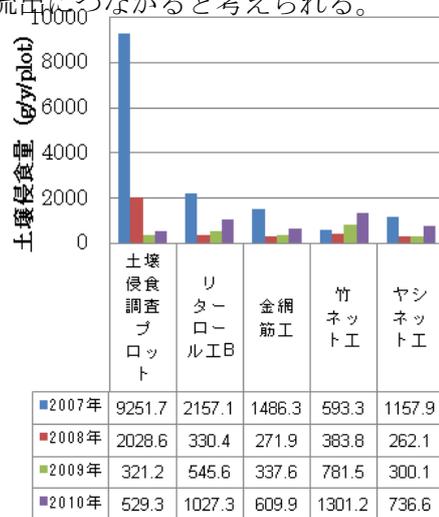


図 2 2006 年施工地における各対策工の年別積算土壌侵食量  
(年間積算侵食量 g/10m<sup>2</sup> プロットあたり)

表 1 初期の土壌侵食軽減効果と経年変化による対策工の特性区分

	初期の土壌侵食軽減効果		
	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 ヤシネット工 竹ネット工		
効果発揮が早く、経年により低下	土壌工	木製筋工 リターロール工A	
効果発揮が遅く、経年により増加		金網筋工	植生保護柵工 リターロール工B

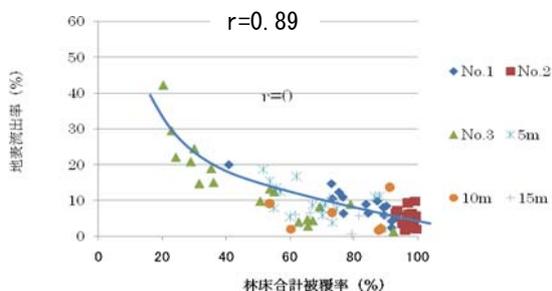


図 3 各対策工における樹冠通過雨量 1mmあたりの土壌侵食量と林床合計被覆率の経年推移  
※各折れ線とも左から 1~5(4)年目の順

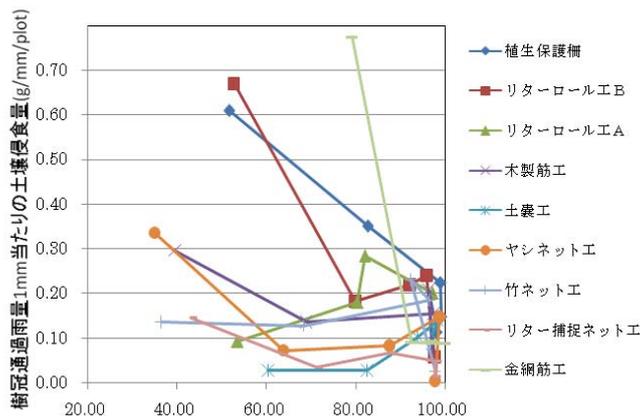


図 4 試験プロットにおける月平均林床合計被覆率と月別平均地表流出率の関係(2004~2010年)

## (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。

(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，日本林学会誌，vol190.N06. p 378-285

## 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解明と再生技術の研究開発  
Bc ブナ林立地環境モニタリングー土壤侵食モニタリング（手法開発）ー
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 内山佳美

### (5) 目的

これまでのブナ林衰退機構解明研究により衰退要因の絞り込みが進む中で、ブナ林を再生するための各種技術開発や順応的な再生事業を可能とするモニタリング手法開発も必要である。土壤侵食は、場所により一律には発生しないため、プロットスケールから斜面スケール、流域スケールの各スケールでモニタリングする必要があるが、一部には手法が確立されていないものもある。そこで、本研究では、土壤保全対策の事業モニタリングを実施するために必要な斜面全体の簡易なモニタリング手法と、流域の水環境モニタリング事業と連携した流域スケールのモニタリング手法について開発するために、基礎的な調査を行った。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

東丹沢に位置する清川村宮ヶ瀬の堂平沢及びワサビ沢のそれぞれ標高710m地点に測定地点を設定した。堂平沢の測定地点の集水面積は148.03haで、ワサビ沢の測定地点の集水面積は、58.75haである。

#### ②調査方法

堂平沢とワサビ沢の測定地点において、2010年4月3日から12月12日まで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を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。

#### a. 河川流量

現地調査の際にワサビ沢と堂平沢の下流（合流点直上流）付近において流速分布、溪流横断、水深の測定を行ない、調査時の河川流量を算出した。算出した河川流量と水位計の水位データとの関係から水位と流量の回



図1 測定地点位置図

帰曲線（H～Qカーブ）を作成し、この曲線を用いて水位データから河川流量を求めた。なお、水位計の出力値から水位を算出するために、あらかじめ実験室において出力値－水位のキャリブレーションを行った。

水位：ワサビ沢流域、堂平沢流域の下流部に圧力式自記水位計（HI－NET社製HM－500－02－30）を設置して、水位データを自動記録した。記録はデータロガーにより行なった。

流速：流水中の流速（分布）の測定にはプロペラ式流速計（KENEK社製VR－201）を用いて、渓流水の断面流速を1点法により測定した。

溪流横断：溪流横断の測定には測定を開始した初めての調査時にオートレベルを用いて、溪流を挟んだ2箇所が水平となる地点を選定し杭を打った。その杭と杭の間を0.1mまたは0.2m間隔で巻尺を用いて横断測量を行った。

水深：横断測量を行った側線上に0.1mまたは0.2m間隔でコンベックスを用いて水深を測定した。

#### b. 浮遊土砂濃度・浮遊土砂量

浮遊土砂濃度と濁度計の出力値との関係について東京農工大学実験室でキャリブレーションを行い、回帰式を作成し、この式を用いて濁度データ（濁度計の出力値）から浮遊土砂濃度を求めた。浮遊土砂量は、濁度計を用いて算出した浮遊土砂濃度に河川流量と時間を乗じて浮遊土砂量を求める方法により行った。

濁度：ワサビ沢流域、堂平沢流域の下流部に濁度計（OPTEX社製TC-3000）を設置して、濁度データを自動記録した。記録はデータロガーにより行なった。

有機物割合：渓流水中の濁質物質中の有機物の割合を調べるために、洪水による濁水発生時に自動採水器（ISCO 社製自動採水器 MODEL3700）により採水し、持ち帰って分析した。採水した試料は、ガラス繊維濾紙（Whatman 製 GF/F フィルター）を装着した吸引濾過機により吸引濾過し、熱乾燥器を使って105℃の温度で24時間乾燥した後、秤量し、さらに、マッフル炉を使って550℃の温度で2時間強熱し、デシケーターの中で放熱したのち秤量した。

#### c. 樹冠通過雨量（降雨量）

堂平沢上流の標高約1190m、斜面勾配が約30度の場所（堂平）に樹冠通過雨量を測定するための雨量計を4台設置した。記録はデータロガーにより行なった。4台の雨量観測値を平均したものを本調査地の降雨量（樹冠通過雨量）として解析に用いた。

#### d. 斜面土壌侵食量

堂平沢上流の標高約1190m、斜面勾配が約30度の場所（堂平）に土壌侵食量調査用枠を6箇所設置した。土壌侵食量調査用枠は流出域を枠で囲った閉塞枠と流出域を枠で区切らない開放枠の2種類とした。土壌侵食量調査用枠の下方には不織布の受けを設置し、流下してきたリターや土砂のみ捕捉した。不織布に堆積したリターおよび土砂は、1～2週間ごとに採取して持ち帰り、洗浄してリターと土砂に分離した後、温風乾燥機を使って105℃の温度で48時間以上乾燥したのちリターと土砂の絶乾質量を測定した。

## (7) 結果の概要

得られたデータから水位、河川流量、浮遊土砂濃度等を算出し、採水サンプルの浮遊土砂濃度と濁度計の浮遊土砂濃度の比較、濁質物質中の有機物割合の測定、雨量と斜面土壌侵食量の関係、雨量と浮遊土砂濃度の関係、流量と浮遊土砂濃度の関係、土壌侵食量と浮遊土砂濃度の関係、河川流量と浮遊土砂濃度のヒステリシス（履歴現象）等について検討した。主な結果は次のとおりである。

・濁質物質中の有機物、無機物割合

4回の洪水について渓流水を採取することができた。濁質物質の質量のうち無機物の質量を調べたところ、降雨イベントごとの平均無機物量割合は、60～75%程度であり洪水の規模が異なってもほぼ同じ値を示した。

表1 降雨イベントごとの採水サンプルの平均無機物量割合

採水日	採水試料数 (本/500m <sup>3</sup> )	平均無機物量割合 (%)
2010/9/23	21	74.9
2010/9/27, 28	12	60.8
2010/10/9	24	63
2010/11/1	24	72.6

・雨量と浮遊土砂濃度の関係

一雨雨量と浮遊土砂量との関係を、季節ごとに分けて分析した。なお、浮遊土砂が濁度計で計測された降雨を1イベントの降雨とした。24時間以上降雨がない状態が続いた場合、別のイベントとした。1イベントの降雨での総雨量を、一雨雨量とし、1イベントの降雨で発生した総浮遊土砂量を、浮遊土砂量とした。ワサビ沢と堂平沢における一雨雨量と浮遊土砂量との関係を図2に示す。雨量と浮遊土砂量との関係には正の相関があることが分かった。また、同一の雨量に対し夏期は、春期と秋期に比べて浮遊土砂量が大きくなる季節性が見られた。



図2 ワサビ沢及び堂平沢における一雨雨量と浮遊土砂量との関係（2009～2010年）

・流量と浮遊土砂濃度の関係

10分間毎に観測された流量と浮遊土砂量との関係を、季節ごとに分けて分析した。ワサビ沢と堂平沢における流量と浮遊土砂量との関係を図-3に示す。浮遊土砂量は流量に対して指数関数的に増大していた。また、同一の流量に対し夏期は、春期と秋期に比べて浮遊土砂量が大きくなる季節性が見られた。

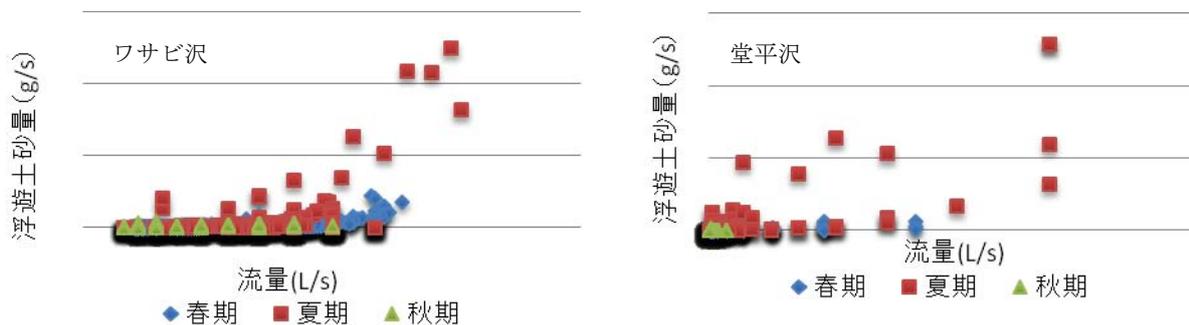


図3 ワサビ沢及び堂平沢における流量と浮遊土砂量の関係（2009～2010年）

・土壌侵食量と浮遊土砂量の関係

土壌侵食量と浮遊土砂量の関係を、季節ごとに分けて分析した。土壌侵食量は、上流の土壌侵食量調査用枠のうち閉鎖枠のデータを用いた。ワサビ沢と堂平沢における土壌侵食量と浮遊土砂量の関係を図4に示す。上流の土壌侵食量と浮遊土砂量の関係には正の相関があることが分かった。したがって、土壌侵食と浮遊土砂は別個の現象ではなく、流域の土壌侵食が浮遊土砂生産に影響を与えていると考えられた。

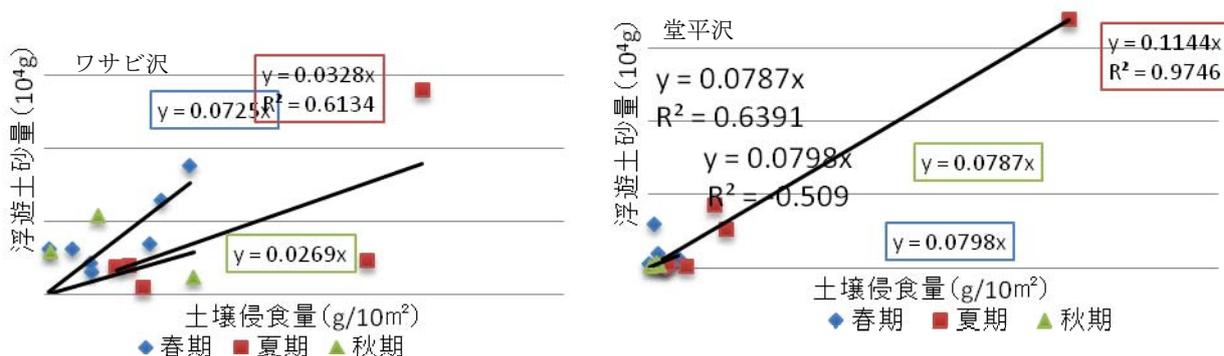


図4 ワサビ沢及び堂平沢における土壌侵食量と浮遊土砂量の関係（2009～2010年）

(8) 課題

・斜面土壌侵食量と浮遊土砂量には正の相関が認められたが、このことから直ちに斜面土壌侵食量が浮遊土砂量を支配しているとは断定できないため、今後は、斜面侵食土砂量と降雨との関係（ヒステリシス）を調査したり、季節毎の斜面土壌侵食量と浮遊土砂量の関係（季節変化）を調査することにより、斜面土壌侵食量と浮遊土砂量との関係をより明確にする必要がある。

(9) 成果の発表

なし

## 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解明と再生技術の研究開発  
C ブナ林の大気環境解析調査
- (2) 研究期間 平成 19～24 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：丹沢大山保全再生対策）
- (4) 担当者 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年度と平成22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 気象・気候の変化に関する研究

神奈川県自然保全センターが管理している丹沢山地内の（丹沢山、鍋割山、菰釣山）気象観測装置（図 2.1）で得られた 2005 年から 2007 年の 10 分値データと一都三県（東京都、神奈川県、山梨県、静岡県）にある対象地点のアメダスを 1978 年から 2007 年の 30 年間を使用した。対象要素はともに気温と風向、風速である。今回の解析では、丹沢山地内の 3 地点のデータは毎正時のデータを一時間値とした。

気温において、平均気温は対象期間の一時間値を平均した値とし、日最高気温は 1 日（24 時間）のうち最大である気温を対象期間で平均した値、日最低気温は日最高気温と同様に 1 日（24 時間）のうち最低である気温を対象期間で平均した値とした。また日最高気温、日最低気温ともに 1 日のうち 8 時間以上欠測である場合はその日の値を欠測とし、月平均や年平均値は全時間数のうち 5%以上欠測がある場合は欠測とした。

風向においても気温と同様に月平均や年平均を求める際は、対象期間の欠測が全体の 5%以上あった場合欠測とした。また、本報告では、2 m/s 未満の風速を静穏とした。

#### ② 大気汚染の広域移流現象の研究

丹沢山地へ移流してくる空気塊の遡った経路を見るために、西丹沢犬越路局の上空を起点とし（北緯 39.083、東経 35.489、標高 1200m）、モデルは三次元法（Kinematic）を用いて後方流跡線解析を行った。この流跡線解析には、国立環境研究所地球環境研究センター（NIES-CGER；<http://>

/www-cger.nies.go.jp/index-j.html) で開発されたMETEX (Meteorological Data Explorer) を使用した。また、この流跡線解析には、気象データとしてNCEP (National Center for Environmental Prediction) 再解析データ (格子間隔2.5度) がよく使用されるが、本検討では解析をより高解像度に行うために、気象庁が作成し数値予報に使用されているGPV (Grid Point Value) のMSM (Meso Scale Model) データ (格子系 地上: 0.05 度×0.0625 度 気圧面: 0.1 度×0.125 度) を使用した。解析期間中の2007、2008 年の4-9 月の毎正時 (計8784 本分) において、12 時間前まで遡る後方流跡線解析を行った。さらに、神奈川県で光化学オキシダント注意報が発令された日と、犬越路でOx 濃度が100ppb 以上に達した日の最高濃度時刻とその1 時間前後の計3 時間については、長時間の移流経路を見る必要があると考え、48 時間前まで遡る後方流跡線解析を行った。

### ③ 大気汚染濃度やオゾン曝露量の経年変化に関する研究

解析に使用したデータは1976~2007 年の大気汚染物質データの確定値と2008~2009年9 月までの大気汚染物質データの速報値、さらに神奈川県が測定を行っている丹沢山地の測定局である犬越路の2004~2009 年9 月までのデータを使用した。これらのデータから月ごとのAOT40 を算出した。計算には以下の式を使用した。

$$AOT40 = \sum_i (C_i - 40) \times \delta_i \quad (C_i > 40: \delta_i = 1 \quad C_i \leq 40: \delta_i = 0)$$

また、全日の値である24 時間値 (AOT40(24h))、日中12時間 (6:00~17:59) の値である12 時間値 (AOT40(12h))、日中8 時間 (9:00~16:59) の値である8 時間値 (AOT40(8h)) を求めた。さらに今回は神奈川県における夜間のオゾン曝露の程度を調べるため独自に夜間12 時間値 (0:00~5:59、18:00~23:59) としてAOT40(night)も求めた。このAOT40 は積算値である。そのためデータの欠測が多くなると計算誤差が大きくなると考えられた。よって今回は計算時に測定局の各月の欠測が30%を超える場合、その月のデータを欠測とした。この計算で得られた月ごとのAOT40を季節ごとに積算し季節別AOT40 積算値を求めた。なお、この季節別AOT40積算値は樹木の生育期間に合わせるため、4~6 月を春、7~9 月を夏、10~12 月を秋、1~3 月を冬と設定した。また、この季節別AOT40 積算値を求める際に3 カ月の内一月でも欠測月が存在する場合、測定局のその季節データを欠測とした。さらに、今回は神奈川県における地域的なAOT40 の傾向の違いを見るために犬越路を除く神奈川県の測定局を図の1 ように6 地域に分類し、地域別平均値を求めた。本研究ではAOT40 だけではなく、Ox 平均濃度やOx 前駆物質であるNOx 及びNMHCの推移、さらに、Ox の正味量であるポテンシャルオゾン濃度の推移等も算出した。なお、Ox・NOx・NMHC・ポテンシャルオゾンの濃度の算出時にAOT40 と同じく月の欠測が30%を超える場合その月を欠測とし、季節換算時にも3 カ月の内一月でも欠測月が存在する場合その季節のデータを欠測とした。

### ④ 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

2010 年度 (平成22年度) は7 月19 日~21 日の3 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 (表1)。

表1 オゾンゾンデ、GPSレーウィンゾンデの観測時間

	7月19日	7月20日	7月21日	7月22日
8:30	GPS	GPS	GPS	/
10:30	オゾンゾンデ	オゾンゾンデ (11:30)	オゾンゾンデ	
12:30	GPS	GPS	GPS	
14:30	オゾンゾンデ	オゾンゾンデ	オゾンゾンデ	オゾンゾンデ
17:00	GPS	GPS	GPS	/

※パイロットバルーン 19日は8時～17時の間、

20、21日は9時～16時の間、一時間ごとに放球

※7月20日10:30に揚げる予定であったオゾンゾンデは、受信機の不具合により、時間をずらし、11:30頃に揚げた。

※22日14:30にオゾンゾンデのみ放球

⑤ 数値モデルによるオゾンの立体分布観測解析研究

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い、大気汚染の立体分布と気象の関連性を、様々なスケールで把握した。丹沢山地におけるオゾン濃度解析では、気象モデルと光化学反応・移流・拡散モデルを用いてコンピュータによりシミュレーションを行った。気象モデル・光化学反応・移流・拡散モデルの計算フローを図3に示した。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 v4.4)である。MM5で使った客観解析データは、NCEP/NCAR Reanalysisデータ(2.5°×2.5°)、また、気象場の再現性を上げるためFDDA(4次元同化)を施した。CMAQで用いた排出量データはKannari(2007)の2000年断面を用い、VOCの組成はJCAP II(JCAP II、2004)などを参考にした。

(7) 結果の概要

① 気象・気候の変化に関する研究

神奈川県及びその周辺地域の気象トレンドの解析から、解析対象地域での風の変化はあまりないこと、季節進行に変化が見られること、即ち冬が短くなり夏が長くなって来ていること、山岳地域で他の地点よりも気温の上昇が大きいこと、等が明らかとなった。特に冬季の気温が山岳地域での気温が上昇していることは、ブナの生育環境に悪影響を及ぼす可能性が高い。ブナは寒冷な地域を好むので、温暖で夏季の降水量が少ない地域には、あまり分布していない。丹沢においても標高800mよりも高い地域にブナ林が多く生育している。このまま、地球温暖化が進んだ場合には2090年には日本全体で6～9割程度のブナ林が消滅するとの予測結果もある。一方、気温の上昇は、ブナ林の生態系に直接的な影響を与えるのみならず、ニホンジカやブナハバチの生態にも影響を及ぼすため、食害の影響が加速される可能性も考えられる。また、気温上昇により人為起源、自然起源の大気汚染原因物質の発生量も増加する。これと共に光化学オゾンや二次生成粒子(PM2.5)生成をもたらす反応性も増大するので、これらの複合的な影響が懸念される。

## ② 大気汚染の広域移流現象の研究

犬越路（標高 920m）の大気汚染常時監視測定局において、高濃度のオゾンが観測された時の空気の輸送経路の解析を行ったところ、その多くは東京首都圏からの移流であったが、一部には東海地域からの移流もあることが分かった。また首都圏からの移流がある場合には、海陸風による二日以上に亘る循環があることも明らかとなった。

地上における相模湾系の海陸風による大気汚染物質の循環は、これまでも多くの事例が報告されているが、高度 1200m（犬越路は標高 920m）の高さでの流跡線解析においても相模湾方面からの汚染空気塊の流入があることが確認された。これと共に、東海地域からの移流の存在も今回初めて明らかとなった。また、犬越路（標高 920m）大気汚染常時監視測定局への山梨県側からの移流は認められなかった。

## ③ 大気汚染濃度やオゾン曝露量の経年変化に関する研究

まず、大気汚染濃度のトレンドに関しては、オゾンを生成する前駆物質は 1980 年代より大きく減少しているが、オゾン濃度は上昇している。オゾン濃度は特に春季に特に急激に上昇している。一方、 $\text{NO}_x$  と  $\text{VOC}$  濃度の地域間における差が近年少なくなっている。また、 $\text{VOC}/\text{NO}_x$  比は近年は低下後、一定もしくは少し上昇傾向にある。

$\text{AOT}_{40}$  に関しては、オゾン濃度の上昇に伴い  $\text{AOT}_{40}$  も上昇が見られ、特に春季は 2000 年代後半では 1990 年代の約 2 倍にまで上昇していた。神奈川県における  $\text{AOT}_{40}$  (24h) の季節別の経年変化 (1976～2009 年) では、季節別では春>夏>冬>秋の順番で高くなっており、全ての季節で  $\text{AOT}_{40}$  (24h) は上昇の傾向を示し、特に春季の 2000 年代に入ってから上昇が激しくなっていた。地域および時間別に比較すると、丹沢山域の測定局である犬越路の  $\text{AOT}_{40}$  は他の地域よりも高い状態にあること、犬越路の  $\text{AOT}_{40}$  は日中は神奈川県平均と比べると 1.5 倍ほど高いこと、犬越路の夜間の  $\text{AOT}_{40}$  は日中よりも他地域と差があり、

神奈川県平均より約 3～4 倍と非常に高いこと、横浜・川崎地域で日中の  $\text{AOT}_{40}$  が他地域より低い傾向があることがわかった。一方、夜間の  $\text{AOT}_{40}$  は、三浦半島東地域や相模湾東地域で高い傾向があり輸送の影響と考えられた。 $\text{AOT}_{40}$  (夜間) が  $\text{AOT}_{40}$  (24h) に占める割合をみると、1990 年代から夜間の  $\text{AOT}_{40}$  が全日の  $\text{AOT}_{40}$  に占める割合が上昇してきており、夜間のオゾン曝露が進んできていること、夜間が占める割合は特に春季と冬季で急激に上昇しており、3～6 月の夜間の曝露が激しくなっていると考えられた。

以上から、オゾンを生成する前駆物質は減少しており、濃度の地域間における差が近年少なくなっているが、オゾン濃度は大きく上昇していることが分かった。季節的には、春季におけるオゾン濃度の上昇が顕著であり、特に山岳地域の夜間における  $\text{AOT}_{40}$  の増加が顕著であることが明らかとなった。春季は植物にとっては活動が活発となる重要な季節であるが、春季におけるオゾン濃度の増加には日本国内外からの広域移流の影響も大きいと考えられる。また  $\text{VOC}/\text{NO}_x$  比が最近上昇傾向にあるため、反応機構の変化も検討する必要がある。

## ③ 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

オゾンと気象要素の立体分布を把握するために、2009 年から 2010 年の期間に 18 回のオゾンゾンデ観測を実施し以下に示す幾つかの特徴的な立体分布を把握できた。

・春季と夏季の 16k m 以上の高度でのオゾン濃度を比較すると、春季には成層圏オゾンの影響が夏季よりも大きい。

- ・春季に 5000m～7000m以下にオゾンのブロードなピークが見られる。このパターンは、神奈川と松山で類似しており広域移流の影響であると考えられる。
- ・夏季は 1000m付近にオゾンのシャープなピークが認められた。特に 2010 年の場合には、500m、1000m 付近と上空 8000–9000mにピークを持つ複雑な構造になっていた。上空の風系から、500m、1000m 付近のピークは局地循環の影響によるものと考えられ、下層のピークは海風領域、上層のピークは陸風領域に対応しており、大気汚染の循環が認められた。
- ・最も高濃度のオゾンが神奈川県で観測された 7 月 21 日には、流跡線は、日本国内で渦を巻いており、日本国内において大気汚染物質が滞留していたと考えられる。
- ・オゾンや窒素酸化物が明瞭な日変化を示していたのに対し、S P M濃度は日々蓄積して上昇している点特徴的であった。

以上の、春季と夏季における観測の結果、丹沢上空は、地上よりも高濃度のオゾンの頻度が高いことが分かった。春季には、上空の広い高度範囲に亘り大陸起源と考えられる対流圏起源のオゾン層が存在すること、夏季には 1000m付近にオゾンのピークが観測され国内における大気汚染の輸送や循環があることが明らかとなった。

#### ⑥ 数値モデルによるオゾンの立体分布観測解析研究

2年間にわたり実施したオゾンゾンデ観測と、モデル解析との比較検討から以下が明らかになった。

- ・2009 年 8 月 6 日に観測された 500m付近のオゾン濃度のピークは局地的な大気汚染の影響であり、上空 4～12 kmの範囲の幾つかのピークは広域移流の影響と考えられる。
- ・2010 年 7 月 21 日には高濃度オゾンが発生し光化学大気汚染注意報が発令されたが、丹沢山地において、昼間、都市域と同様にオゾンが高濃度化する現象がモデルでも再現出来た。また、夜間は平地よりもオゾン濃度が高くなることもモデル計算により把握出来た。

以上に示したようにモデル計算結果は実測とおおむね一致していることから、今後はモデルを用いての、オゾンの生成機構解明と対策シナリオの評価を一定精度で可能であると考えられる。

#### (8) 成果の発表

神田勲，山尾幸夫，若松伸司（2010）風洞実験による 2 次元山岳後流の剥離渦の研究．第 51 回大気環境学会年会，大阪市，9 月，講演要旨集 389.

國元浩平，岡崎友紀代，西川敦，若松伸司（2010）近年における日本の A O T 40 の推移及び地域的比較．第 51 回大気環境学会年会，大阪市，9 月，講演要旨集 255.

泉萌，山下真生，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（1）．大気環境学会中国四国支部公開講演会，広島市，1 月，講演要旨集 9-12.

岡崎友紀代，相原敬次，阿相敏明，福永明子，高見雄佑，國元浩平，山下真生，武智勝哉，堀越信治，酒井隆，山根正伸，若松伸司（2010）神奈川県丹沢地域における 2009 年夏季のオキシダント濃度分布観測．愛媛大学農学部紀要，55，7-23，

岡崎友紀代，國元浩平，武智勝哉，山下真生，高見雄佑，西川敦，若松伸司，松隈大亮，堀越信治，山根正伸（2010）神奈川県丹沢地域における夏季および春季のオゾンゾンデ観測．第 51 回大気環境学会年会，大阪市，9 月，講演要旨集 338. 斎藤正彦，若松伸司（2010）：都市域におけるオゾン前駆物質の排出削減による丹沢山地のオゾン濃度変化．第 51 回大気環境学会年会，大阪市，9 月，講演要旨集 502.

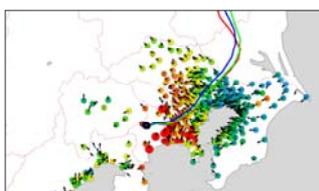
山下真生, 泉萌, 岡崎友紀代, 西川敦, 若松伸司 (2011) オゾンと気象の立体分布観測(2). 大気環境学会中国四国支部公開講演会, 広島市, 1月, 講演要旨集 13-16.

新山翔一, 高見雄佑, 岡崎友紀代, 西川敦, 若松伸司, 神田勲, 山尾幸夫, 上原清 (2011) PIVを用いた山越気流の剥離挙動に関する研究. 大気環境学会中国四国支部公開講演会, 広島市, 1月, 講演要旨集 25-28.

後方流跡線を犬越路に到達する日の範囲に限り(短期的)見ていくと、  
移流経路として大きく分けて2パターンあることがわかった。

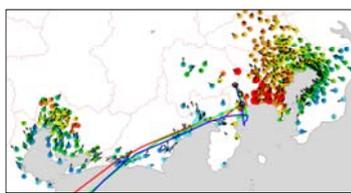
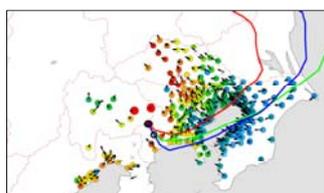
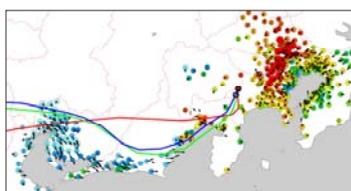
・パターン1

東京湾、関東平野方面からの移流



・パターン2

駿河湾方面からの移流

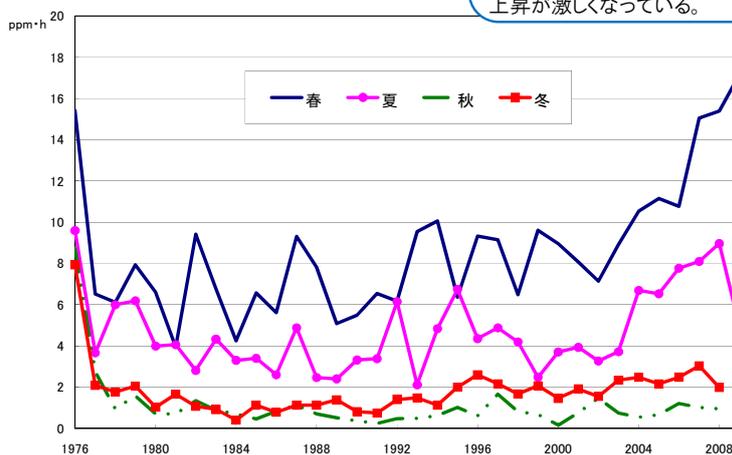


神奈川県におけるAOT40(24h)の  
季節別の経年変化(1976~2009年)

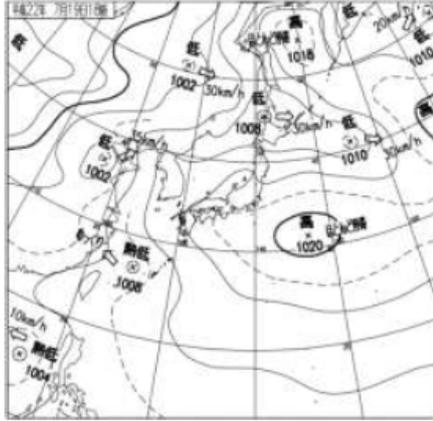
$$\text{計算式 } AOT40 = \sum_i (C_i - 40) \times \delta_i$$

(C<sub>i</sub> > 40: δ<sub>i</sub> = 1    C<sub>i</sub> ≤ 40: δ<sub>i</sub> = 0)

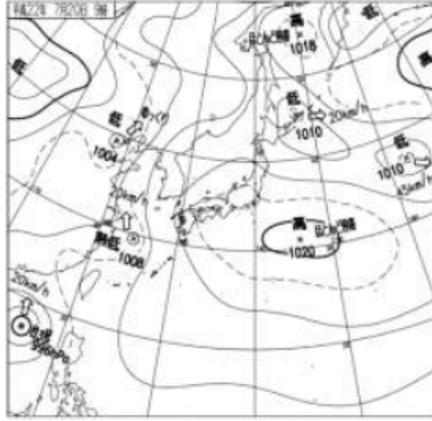
- ・季節別では春 > 夏 > 冬 > 秋の順番で高くなっている。
- ・全ての季節でAOT40(24h)は上昇の傾向を示している。
- ・特に春季の2000年代に入ってから上昇が激しくなっている。



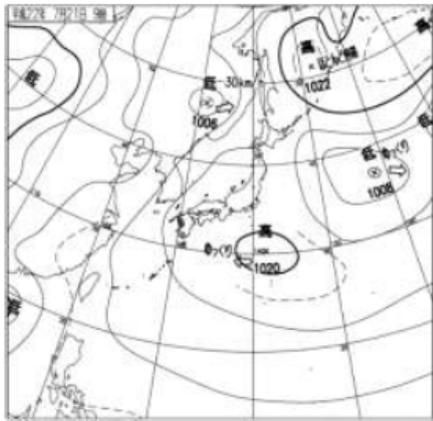
7月19日



7月20日



7月21日



7月22日

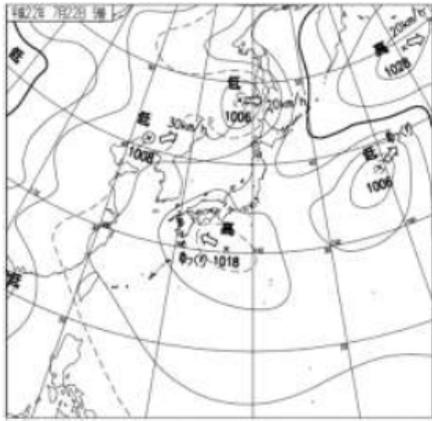


図1 観測期間中の天気図

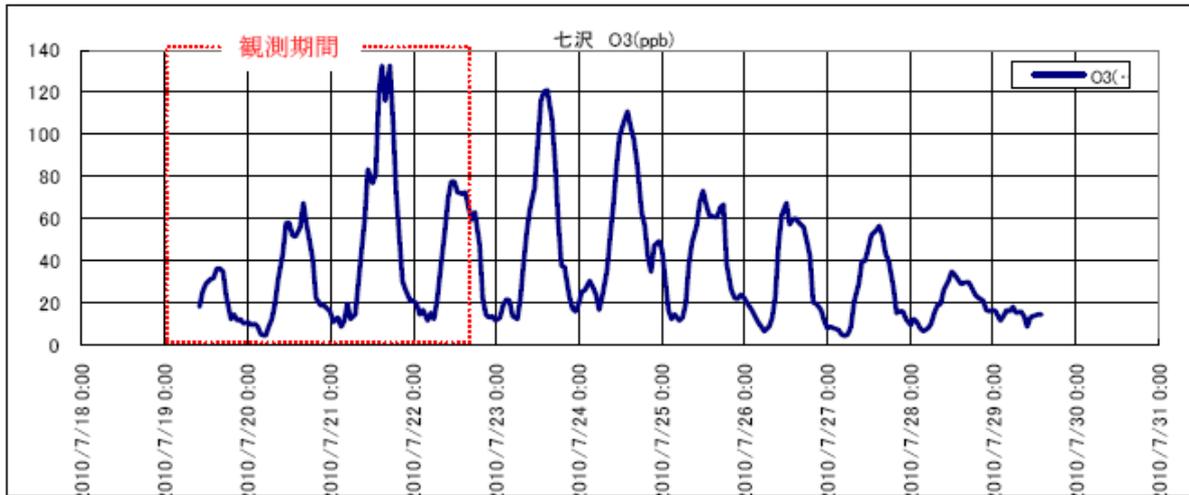


図2 地上のオゾン濃度(1時間値)

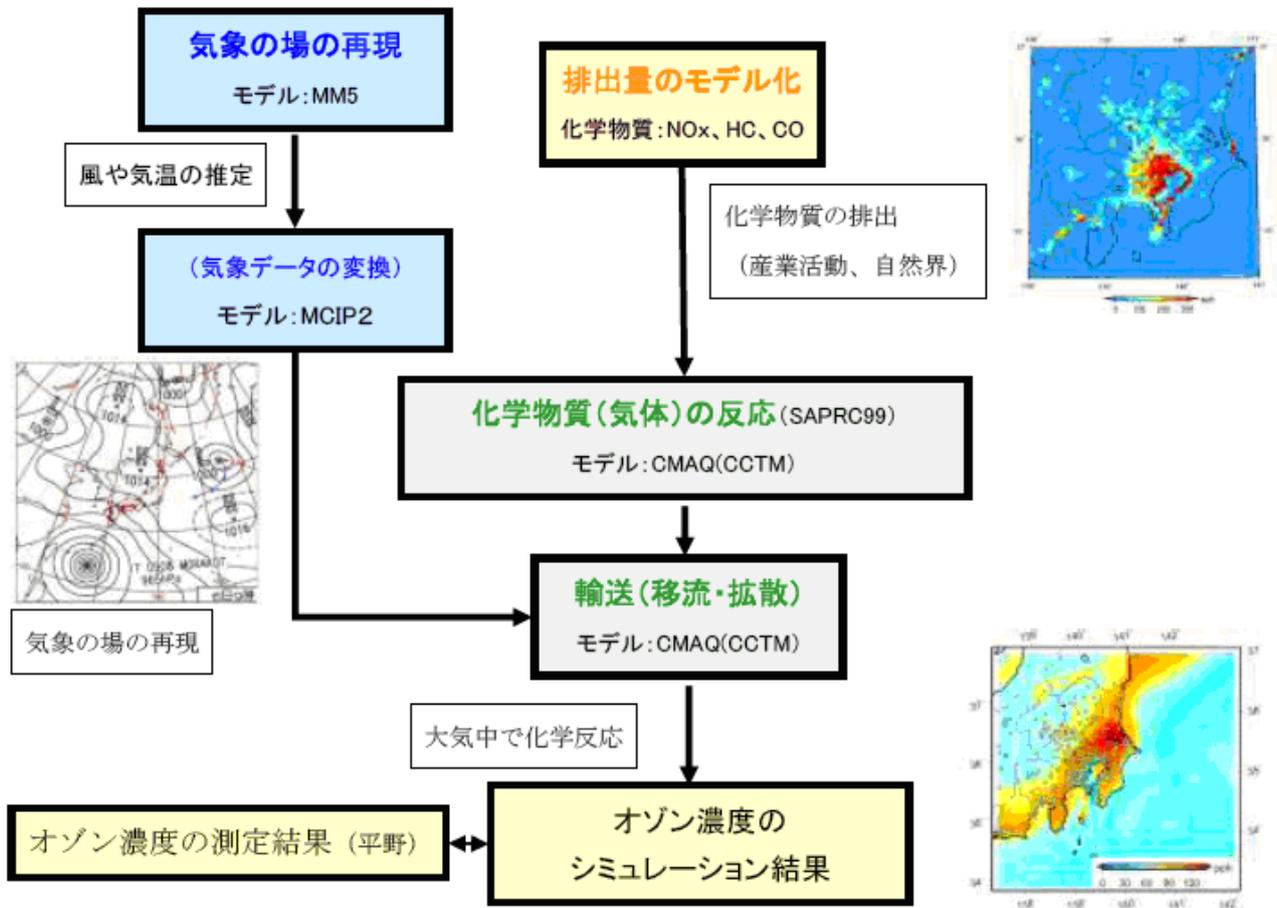
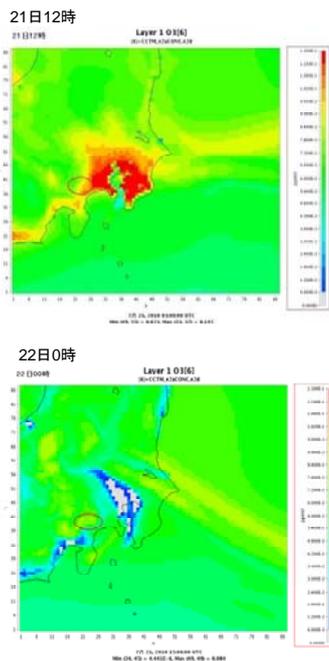
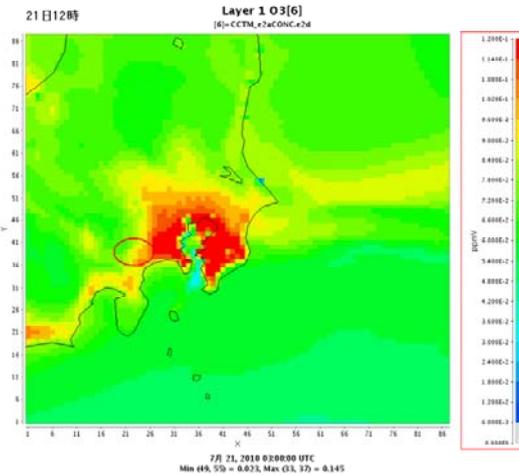


図3 気象モデル、光化学反応・移流・拡散モデルの計算フォロー

## モデルによる2010年7月21日の大気環境再現結果



高濃度オゾン発生日において、丹沢山地で昼間、都市域と同様にオゾンが高濃度化するほか、夜間は平地より濃度が高い現象が再現できた。



## 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解明と再生技術の研究開発  
Da ブナ林立地環境モニタリング調査  
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）

(4) 担当者 谷脇 徹

### (5) 目的

ブナ林衰退の進む丹沢山地において、葉食によりブナに失葉を引き起こすブナハバチは主要な衰退要因の一つと考えられている。平成18年から21年にかけての繭モニタリングにより、微害地である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、大規模な食害発生地である大室山、檜洞丸、丹沢山では163.3～421.9個/m<sup>2</sup>の高密度の範囲で推移することが確認された。このように、食害発生地では繭が高密度の状態が持続し、潜在的な被害発生リスクが上昇している可能性が考えられる。そこで、平成22年度は平成21年度に引き続き繭密度の高い大室山、檜洞丸および丹沢山において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)。平成18年、19年、20年、21年および22年の10～11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(平成18～21年)あるいは幅30cm×奥行き30cm×深さ2cm(平成22年)(L、F層は除去)の土壌を採取した(図-2)。その後、採取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

2010年の繭高密度地点における調査結果を追加したところ、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<0.01)、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、NS)。

被食の年次推移をみると、2007年に大室山と檜洞丸で大規模、丹沢山で中規模の被食が、2010年に各地で小規模の被食が発生したが、2006年、2008年および2009年は目立った被食は観察されていない。生存前蛹密度は繭密度の上昇傾向がみられる大室山と檜洞丸において、小規模被食が発生した2010年に顕著に上昇した。大規模な被食の発生した2007年には前蛹密度が上昇したものの、2008年には目立った被食は発生していない。本種の前蛹は2年以上の長期間休眠する可能性があることなどが関係したと考えられる。2010年10～11

月の時点で前蛹密度が上昇していることから、2011 年春の羽化率が高い場合には、大室山や檜洞丸において被食の規模が大きくなる可能性がある。

(8) 課題

なし

(9) 成果の発表

なし

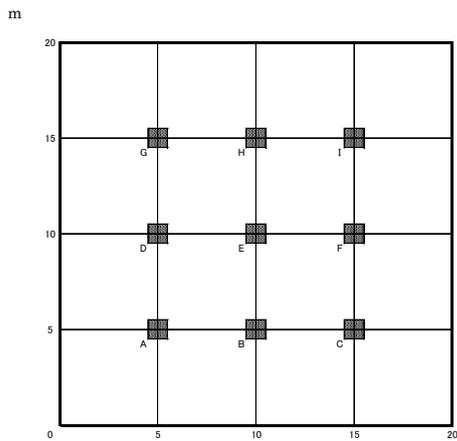


図-1. コドラート内の土壌採取箇所図

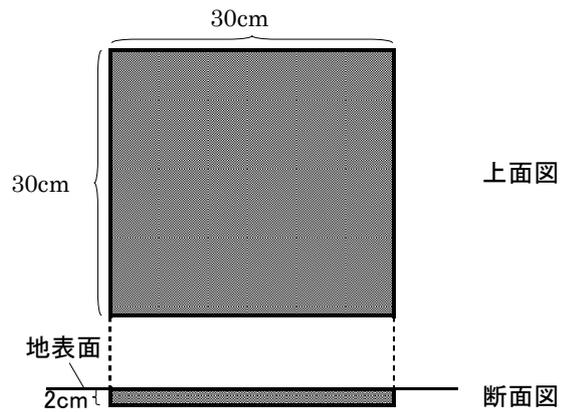


図-2. 土壌採取方法

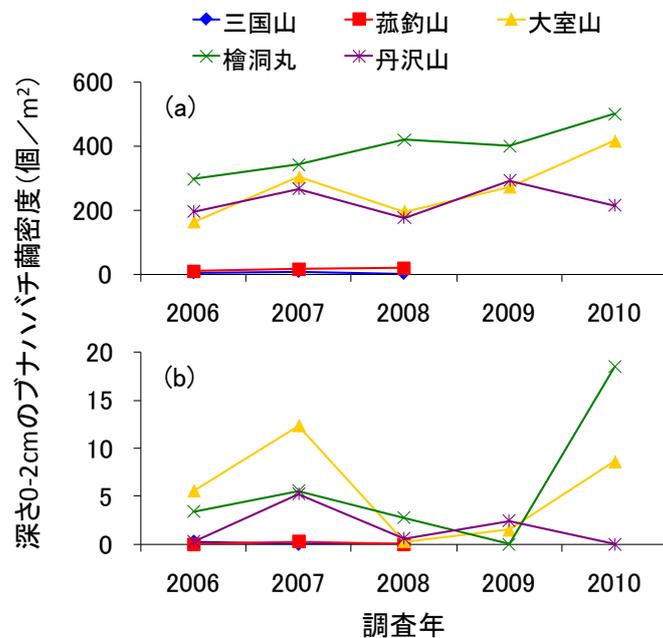


図-3. 各調査地におけるブナハバチの総繭数 (a) および生存前蛹繭 (b) 密度の年次変動

## 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解明と再生技術の研究開発  
Db ブナ林立地環境モニタリング調査  
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）
- (4) 担当者 谷脇 徹

### (5) 目的

丹沢山地におけるブナ林衰退にはブナハバチによる食害が強く関与することが指摘されている。丹沢山地で本種の大発生が初めて観察されたのは1993年であり、それ以降、繰り返し大発生が生じている。しかし、大発生にはブナの葉食昆虫であるブナアオシヤチホコのように周期性はみられず、食害は突発的に生じている。今後、各年の食害量を予測するとともに効果的な対策へと繋げていくためには、どのようなときに食害が生じるかという条件を明らかにする必要がある。

大規模な食害は、大量発生した成虫がブナの若葉に産卵を行い、孵化した大量の幼虫が一斉に葉を食べることで生じる。ただし、成虫が産卵を行うのは展開途中の若葉という一時的にしか出現しない資源に限られることが示唆されている。この考えに基づくと、成虫の出現より早く展葉を完了したブナは産卵を回避することができることになる。すなわち、成虫の発生量が多くても、出現時期が遅れ、産卵を回避するブナが多ければ、林分全体の卵密度が低下し、食害規模も小さくなる可能性がある。

これらを検証するため、平成19年から21年には丹沢山山頂から天王寺尾根にかけて雌成虫の発消長と展葉フェノロジー調査を実施してきた。平成22年度はより広域での調査を実施するとともに調査精度を向上させるため、檜洞丸、丹沢山および天王寺尾根の3地点に重点調査地を設けて、雌成虫発消長、産卵推移およびブナ展葉フェノロジーを調査した。

### (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～1,560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

ブナハバチの産卵は、成虫の捕獲消長にかかわらず若葉の展開途中の時期に集中した。すなわち、天王寺尾根では雌成虫の捕獲期間は2010年5月4日～6月4日であったが、大部分の産卵は展開途中の若葉（ランク3）の出現ピークであった5月17日前後の5月14日～21日に行われた（図-1）。その前の5月6日～10日には3.0個体/日の捕獲ピーク期間があったが、展葉は始まっておらず産卵は行われなかった（図-1）。

丹沢山では雌成虫は5月1日～6月20日に捕獲された（図-1）。大部分の産卵は展開途中の若葉（ランク3）の出現ピークであった5月25日前後の5月21日～28日に行われた（図-1）。その後、6月1日～4日に21.6個体/日の捕獲ピークを迎えたが、展葉が完了しており産卵密度の上昇はみられなかった（図-1）。T13、T15ともに時期による産卵密度の違いは統計的に有意であった（フリードマン検定、 $P < 0.05$ ）。

檜洞丸では雌成虫の捕獲期間は4月28日～6月16日であった（図-1）。捕獲ピークは5月25日～6月1日であった（図-1）。

雌成虫の産卵が展葉時期にかかわらず行われるのであれば、羽化ピーク時に産卵ピークを迎えることになる。しかし、実際には雌成虫の発生期間が1ヶ月程度にもかかわらず、大部分の産卵が展開途中の若葉の資源量が多い1週間程度に集中している。このことは、雌成虫の産卵が展開途中の若葉に限られるとする仮説を支持し、展開途中の若葉の資源量が多いときに大量の雌成虫が発生しなければ、卵密度は上昇しやすく大規模な食害は生じにくいことを示唆している。この意味で、その年の合計成虫発生量が同一でも、発生活消長と展葉フェノロジーとの関係で産卵密度と孵化した幼虫による食害量が変化することになる。

## (8) 課題

なし

(9) 成果の発表

なし

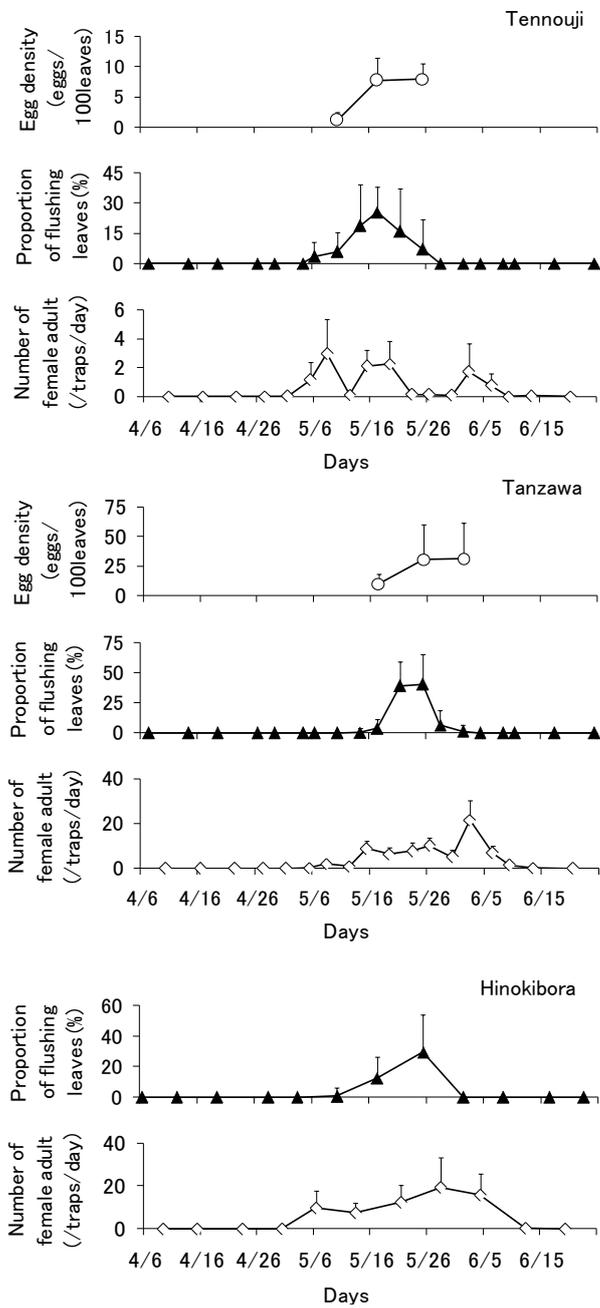


図1. 各地点における1日当たりブナハバチ雌成虫捕獲数、産卵適期（ランク3）の若葉の割合および卵密度

## 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解明と再生技術の開発  
E 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。

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。

### (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4成長期を過ぎても生存率は90%を越えていた（図1）。「堂平」のブナの樹高成長は試験区によって異なり、B区では年平均で6cmの成長を示したが、A区では植栽時点よりも樹高が低下した。これはA区の開空度がB区やC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、2010年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2成長期を経過して、植栽した6樹種（ブナ、イタヤカエデ、サワグルミ、マユミ、ミズキ、フジイバラ）のうちサワグルミの生存率が7%であり、他の樹種と比較して低かった。他の樹種は70%以上であった。

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。

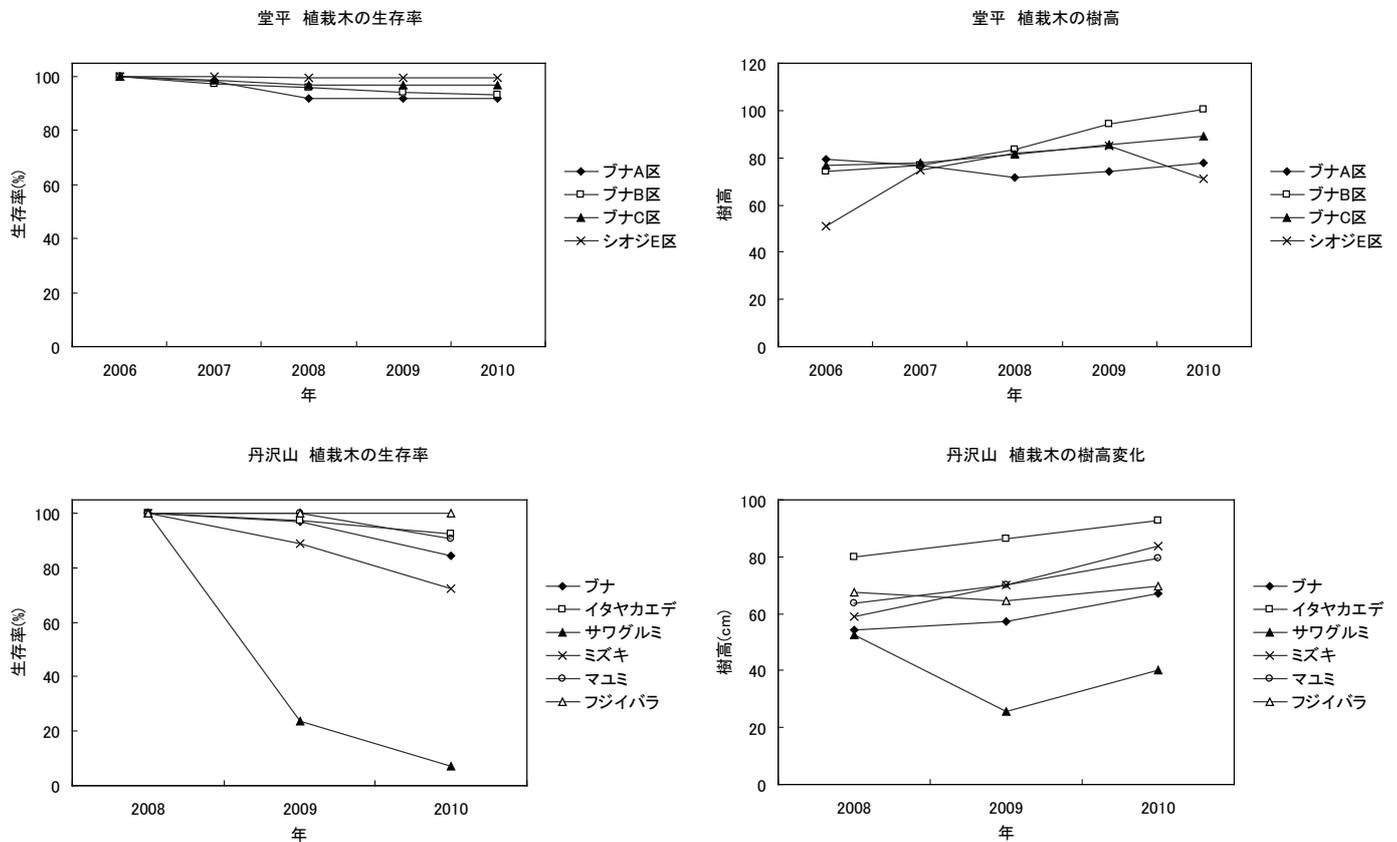


図1 ブナ植栽木の生存率と樹高の変化 上段は堂平、下段は丹沢山

### ②天然更新木の密度

2008年から調査を開始した「天王寺尾根」と「丹沢山（清川）」、「檜洞丸」では、全体としてギャップが大きい試験区ほど更新木の種数と密度は低い傾向があった。閉鎖林冠下においては柵外よりも柵内で更新木は多かった。2010年に試験区を設置した「丹沢山（津久井）」ではm<sup>2</sup>あたり1～2本の高木性樹木の更新木があったが、樹高10cm未満のものが78%を占めた。

2007年から調査を開始した「堂平」では、林冠閉鎖の有無よりも柵の内外で更新木の種数と密度に差異があった（表2）。柵内の試験区ではイヌシデとブナの密度が高く、2010年のブナに関しては5本/m<sup>2</sup>以上の密度であった。

### ③天然更新木の生残と樹高の変化

2008年から調査を開始した「天王寺尾根」と「丹沢山（清川）」、「檜洞丸」では2成長期をすぎて更新木の生存率は柵内で10～100%、柵外で0～40%であった。柵内で生存率が低かったのは「檜洞丸」のマメザクラであり、これを除くと生存率は40%を超えた。これら3試験区の樹高の変化は、どの樹種も柵内で高くなっている一方で、柵外では変らないか高くなっても10cm未満であった。

2007年から調査を開始した「堂平」において、密度の高かったイヌシデとブナに着目すると、4成長期をすぎてイヌシデの生存率は林冠の閉鎖状態によらず柵内で44～56%であったが、ブナの生存率は林冠区で75～79%、ギャップ区で42～53%であり、林冠区で高い傾向があった（表3）。柵外では両種の生存率は10%未満であった（表3）。

表2 「堂平」試験区における天然更新木の密度の変化（/20m<sup>2</sup>）

種名	林冠区1				林冠区2				ギャップ区1				ギャップ区2				柵外区1				柵外区2						
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009
イヌシデ	732	576	501	482	868	746	770	659	766	562	523	552	326	265	245	285	84	80	91	96	258	157	135	128			
ブナ	105	95	81	139	216	198	211	208	167	116	110	107	386	311	304	346	75	24	11	47	28	14	11	24			
サワシバ	45	40	33	39	14	14	18	19	8	6	8	9	3	4	1	4	3	2	2	1	81	37	18	11			
アオダモ	29	243	235	293	29	154	197	213	16	46	50	61	23	34	30	39	9	33	29	52	14	154	118	238			
シオジ	47	47	53	71	31	28	35	32	10	6	10	9	15	12	10	12	4	1	5	13	13	5	6	34			
イタヤカエデ	15	17	15	20	14	19	23	31	23	14	16	19	33	37	36	47	5	3	1	6							
ヤマボウシ	22	21	23	27	29	28	32	39					9	7	7	11				3	4	8	6	2			
ウラジロモミ	21	20	18	21	11	16	18	14	15	11	15	13	9	8	8	7				2	3						
シナノキ	12	12	9	11	5	6	8	7	3	10	7	6	24	31	29	42	8	4	2	31							
サワグルミ	15	8	19	14	7	6	13	9	3	1	16	5	8	8	9	12	6	4	21	24	8	2	22	13			
コミネカエデ	14	14	10	11	8	10	9	9	7	5	6	4	8	7	7	7	1	1	2		3	5	4	2			
オオイタヤメイゲツ	16	9	13	15	9	9	10	10	5	3	2	1	6	7	7	17			1	3	3	2	2	2			
モミ					15	14	9	14	5	7	5	7															
チドリノキ		2	4	11	3	3	7	9	2	3	14	14	10	12	22	29											
イロハモミジ	1	4	6	10	4	9	10	9	7	8	13	17															
オオモミジ	2	1	1	1									3	2	3	3	3	2									
ヒコサンヒメシャラ	2	4	6	6					1	2	2	2	5	8	5	7											
ケヤキ	1	1	1	2	3	2	1	1																			
ミズキ					1	1	4	5				2	2	2	1	3	3					1	2	3	4		
ミズメ	2	2	2	1					2	1	1	2															
リョウブ													3	1	1	1											
キハダ													2														
マユミ	2	2	2	2																							
カヅカエデ					3	3	2						1	1		1											
クマシデ																	1	1		3							
ツルウメドキ			3																								
ナナカマド				4																							
種数	18	19	20	20	17	18	18	18	16	16	17	17	19	20	19	20	10	10	11	10	11	11	11	10			
合計	1083	1118	1035	1180	1267	1266	1378	1290	1040	801	800	830	876	758	734	885	198	154	167	276	417	390	326	458			

※林冠区とギャップ区ともに柵内に設置されている。

表3 「堂平」試験区における天然更新木の生存率と樹高の変化（20㎡あたり）

(1)林冠区1

種名	2007		2008		2009		2010	
	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)
イヌシデ	732	100.0	533	72.8	397	54.2	328	44.8
ブナ	105	100.0	94	89.5	84	80.0	79	75.2
シオジ	47	100.0	45	95.7	38	80.9	28	59.6
サワシバ	45	100.0	39	86.7	33	73.3	30	66.7
アオダモ	29	100.0	28	96.6	24	82.8	21	72.4
ヤマボウシ	22	100.0	21	95.5	21	95.5	19	86.4
ウラジロモミ	21	100.0	17	81.0	13	61.9	13	61.9
オオイタヤメイゲツ	16	100.0	12	75.0	12	75.0	11	68.8
イタヤカエデ	15	100.0	15	100.0	15	100.0	14	93.3
サワグルミ	15	100.0	9	60.0	5	33.3	2	13.3
コミネカエデ	14	100.0	12	85.7	9	64.3	9	64.3
シナノキ	12	100.0	10	83.3	9	75.0	8	66.7

(2)林冠区2

種名	2007		2008		2009		2010	
	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)
イヌシデ	868	100.0	749	86.3	669	77.1	530	61.1
ブナ	216	100.0	199	92.1	194	89.8	170	78.7
シオジ	31	100.0	30	96.8	30	96.8	22	71.0
アオダモ	29	100.0	27	93.1	27	93.1	25	86.2
ヤマボウシ	29	100.0	28	96.6	27	93.1	26	89.7
モミ	15	100.0	14	93.3	12	80.0	12	80.0
イタヤカエデ	14	100.0	14	100.0	14	100.0	13	92.9
サワシバ	14	100.0	14	100.0	14	100.0	14	100.0
ウラジロモミ	11	100.0	11	100.0	9	81.8	9	81.8

(3)ギャップ区1

種名	2007		2008		2009		2010	
	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)
イヌシデ	766	100.0	595	77.7	491	64.1	434	56.7
ブナ	167	100.0	114	68.3	97	58.1	70	41.9
イタヤカエデ	23	100.0	15	65.2	15	65.2	10	43.5
アオダモ	16	100.0	13	81.3	9	56.3	9	56.3
ウラジロモミ	15	100.0	11	73.3	8	53.3	7	46.7
シオジ	10	100.0	8	80.0	4	40.0	2	20.0

(4)ギャップ区2

種名	2007		2008		2009		2010	
	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)	n	生存率(%)
ブナ	386	100.0	305	79.0	271	70.2	206	53.4
イヌシデ	326	100.0	246	75.5	202	62.0	182	55.8
イタヤカエデ	33	100.0	28	84.8	24	72.7	22	66.7
シナノキ	24	100.0	21	87.5	17	70.8	13	54.2
アオダモ	23	100.0	22	95.7	19	82.6	14	60.9
シオジ	15	100.0	9	60.0	6	40.0	4	26.7
チドリノキ	10	100.0	9	90.0	9	90.0	6	60.0

## (5) 柵外区1

	2007			2008			2009			2010		
	n	生存率(%)	平均樹高(cm)									
イヌシデ	84	100.0	4.9 ± 1.6	42	50.0	6.1 ± 1.8	20	23.8	7.4 ± 1.6	12	14.3	9.4 ± 2.5
ブナ	75	100.0	5.7 ± 1.8	25	33.3	6.5 ± 1.8	15	20.0	5.8 ± 1.9	7	9.3	7.4 ± 2.0

## (6) 柵外区2

	2007			2008			2009			2010		
	n	生存率(%)	平均樹高(cm)									
イヌシデ	258	100.0	4.2 ± 1.4	122	47.3	6.1 ± 2.2	58	22.5	6.0 ± 1.9	33	12.8	6.2 ± 2.4
サウシバ	81	100.0	4.0 ± 1.1	32	39.5	5.8 ± 2.0	17	21.0	6.1 ± 1.6	8	9.9	6.1 ± 1.6
ブナ	28	100.0	6.0 ± 1.4	13	46.4	6.0 ± 1.6	9	32.1	6.6 ± 1.9	6	21.4	7.8 ± 1.2
アオダモ	14	100.0	3.8 ± 1.1	9	64.3	5.7 ± 1.2	7	50.0	5.8 ± 1.5	6	42.9	4.7 ± 0.6
シオジ	13	100.0	3.9 ± 1.1	5	38.5	6.6 ± 2.1	1	7.7	5.0 ± 0.0	0	0.0	0.0 ± 0.0

樹高ではイヌシデとブナともに林冠の閉鎖状態によらず柵内の試験区で高くなっており、とくにギャップ区で高くなっていた。4成長期をすぎてギャップ区のイヌシデの平均樹高は24～36cm、ブナの平均樹高は15～18cmであり、イヌシデの方が樹高は高かった。

## (8) 課 題

- ・ 継続調査
- ・ 樹種別の生残と成長の詳細な解析
- ・ ブナ林再生の指針作成

## (9) 成果の発表

- ・ 平成21年度ブナ林再生モニタリング委託業務報告書.

## 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 1-2 希少動植物の保全技術の研究開発  
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 20～23 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 22 年度は、丹沢主稜線の植生保護柵の設置工事に伴う希少植物の生育状況を調査した。この調査は新日本環境調査株式会社に委託して行った。また、他事業での調査の際に希少植物の分布情報を収集した。

### (6) 研究方法

#### ①植生保護柵設置前の希少植物の生育状況の調査

平成 22 年度に丹沢山山頂北西斜面に新たに植生保護柵が設置されることから、柵設置前の希少植物の分布の有無と個体数を調べた。この調査の目的は、柵設置後の希少植物の回復について検討するために、柵設置前の分布の有無を確認することである。調査対象を約 1 ha として、8 月に踏査により調べた。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 5 m 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。

#### ②希少植物の分布情報の収集

シカ保護管理事業や水源林整備事業のモニタリングで現地に行った際に希少植物の分布を記録した。

### (7) 結果の概要

#### ①柵設置前の希少植物の生育状況調査

調査した結果、ヒカゲミツバ（セリ科）とミヤマアオダモ（モクセイ科）の 2 種の県絶滅危惧種を確認した。ヒカゲミツバは絶滅危惧 I B 類に、ミヤマアオダモは県絶滅危惧 I A 類に区分されている希少植物である。上記の 2 種のほかに環境省レッドリストにおいて絶滅危惧 II 類に指定されているマツノハマネングサの生育がみられたが、生育環境が高木の樹上であること、本調査の目的が林床に生育する希少種の分布状況の把握であることから調査対象から除外した。

ヒカゲミツバは 13 地点での生育が確認され、調査範囲に広く分布していた。このうち 2 地点で採食がみられたが、採食割合（全地点に対する採食がみられた地点の割合）は 15.4%と低かった。個体数は 53 個体であり、そのうち 44 個体で開花が確認された（表 1）。繁殖割合（全個体数に対する繁殖個体数の割合）は 83%だった。植物高は平均 49cm、最大 85cm、最小 17cm であった（表 2）。

ミヤマアオダモは 7 地点で生育が確認され、山頂から北東向きに伸びる尾根の周辺に多かった。ミヤマアオダモについては採食がみられる地点は無かった。ミヤマアオダモは確認した 10 個体のうち 2 個体で結実が確認された（表 1）。繁殖割合は 20%だった。植物高は平均 738cm、最大 900cm、最小 450cm

であった（表2）。



写真1 ヒカゲミツバ



写真2 ミヤマアオダモ

表1 確認した希少植物の概要

No	種名	生育地点数 ①	採食 <sup>注1</sup> 地点数 ②	採食割合 <sup>注2</sup> ②/①	個体数					繁殖割合 ④/③
					計 ③	繁殖個体数 <sup>注3</sup> ④	開花	結実	その他	
1	ヒカゲミツバ	13	2	15.4%	53	44	44	0	9	83.0%
2	ミヤマアオダモ	7	0	0.0%	10	2	0	2	8	20.0%
	総計	20	2	10.0%	63	46	44	2	17	73.0%

注1) 1地点に生育する個体の全てもしくは一部に動物による食痕がみられた場合に採食地点としてカウントした。

注2) 採食割合は採食地点数②/生育地点数①×100で算出した。

注3) 繁殖個体数は開花個体数+結実個体数とした。

注4) 繁殖割合は繁殖個体数④/個体数の計③×100で算出した。

表2 希少植物の植物高 (cm)

No	種名	平均値	最大値	最小値	標準偏差
1	ヒカゲミツバ	49	85	17	17.5
2	ミヤマアオダモ	738	900	450	143.2
	総計	267	900	17	330.7

## ②希少植物の分布情報

シカ保護管理事業に伴う植生定点モニタリングで大室山の調査地に行ったところ、平成13年設置の柵内で県絶滅危惧ⅠA類のアマニュウを1個体発見した。幼植物であった。アマニュウは平成20年度の大室山での希少植物調査の際に、シカの進入不可能な急崖で1個体を発見したのに次ぐ記録であった。

その他に、県絶滅危惧種ではないが、サワグルミやカツラの新たな分布地点を確認した。サワグルミは大山北面の地獄沢源頭に小群生しており、カツラは愛川町の高取山北面の沢（標高300m）に1個体のみあった。

## (8) 課題

- ・柵設置後の希少植物の回復状況調査

## (9) 成果の発表

- ・平成22年度稜線部植生回復事前調査委託業務報告書
- ・田村 淳（2010）ニホンジカの採食により退行した丹沢山地冷温帯自然林における植生保護柵の設置年の差異が多年生草本の回復に及ぼす影響. 保全生態学研究 15:255-264.
- ・田村 淳（2011）植生保護柵の効果と影響の整理—丹沢の事例—. 森林科学 61:17-20.

# 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研究開発  
Aa ニホンジカの効果的な管理技術の開発(植生影響モニタリング)
- (2) 研究期間 平成22年度～
- (3) 予算区分 県単(丹沢大山自然環境保全対策事業費)
- (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として3項目、すなわち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行われている。本課題は2010年の調査結果をとりまとめたものである。なお、本調査は(株)静環検査センターに委託して行った。

## (6) 研究方法

### ① 累積利用圧調査

シカの累積的な植生影響を広域で把握するために、丹沢山地の主要尾根線に合計718.8kmのルートが設定された。シカ保護管理計画の改訂前の2か年でルートの上層植生、林床植生型、林床平均高、矮性ササと矮性低木の被度、不嗜好性植物の被度、健全林床植被率を4～5段階評価している。詳細は永田ほか(2003)の報告のとおりである。2009年に東丹沢と北丹沢で調査して、2010年は西丹沢と南丹沢のルートを調査した。2010年は当初357.5kmを調査予定であったが、9月の台風で林道や登山道が崩落したため踏査できない部分があり、実績として343.9kmで調査した(図1)。

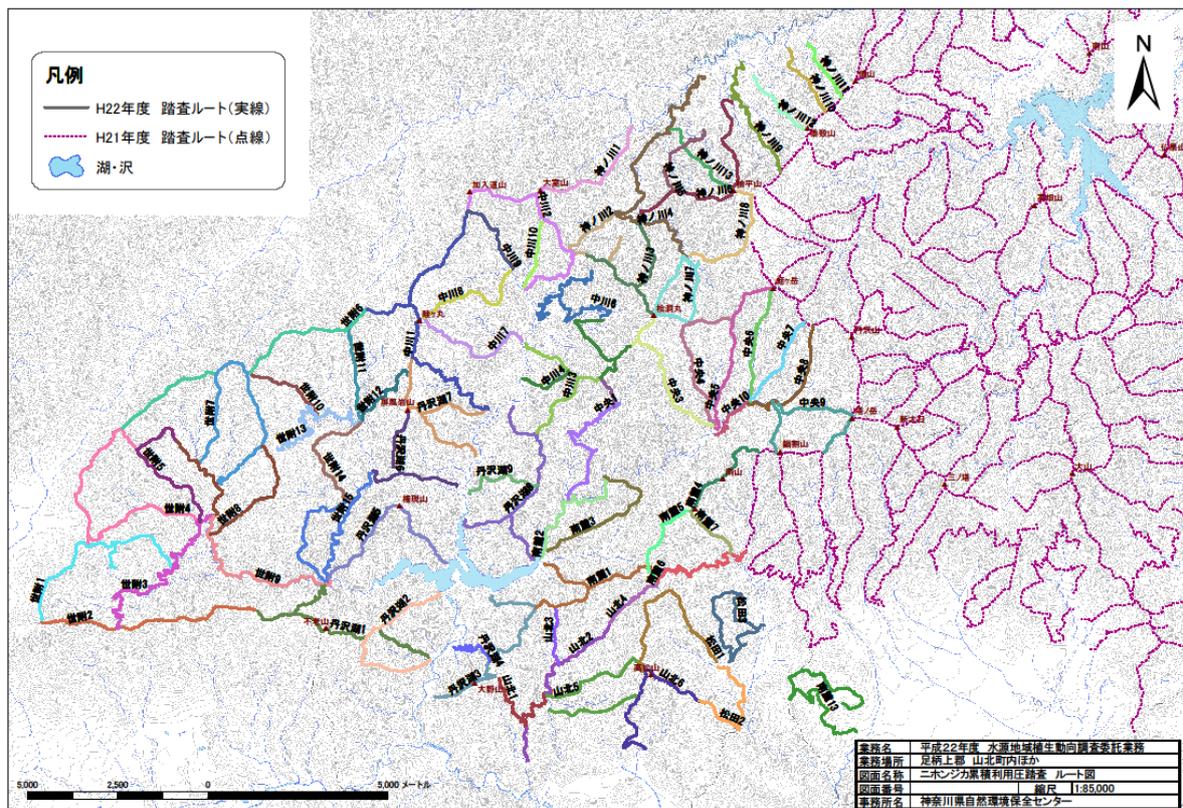


図1 平成22年度の累積利用圧調査のルート

## ②植生定点調査

丹沢山地の56の管理ユニットに各1か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2)。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のプラットが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、高木性樹種の更新木の樹高(10cm以上)とササの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。2010年は12地点で調査した。

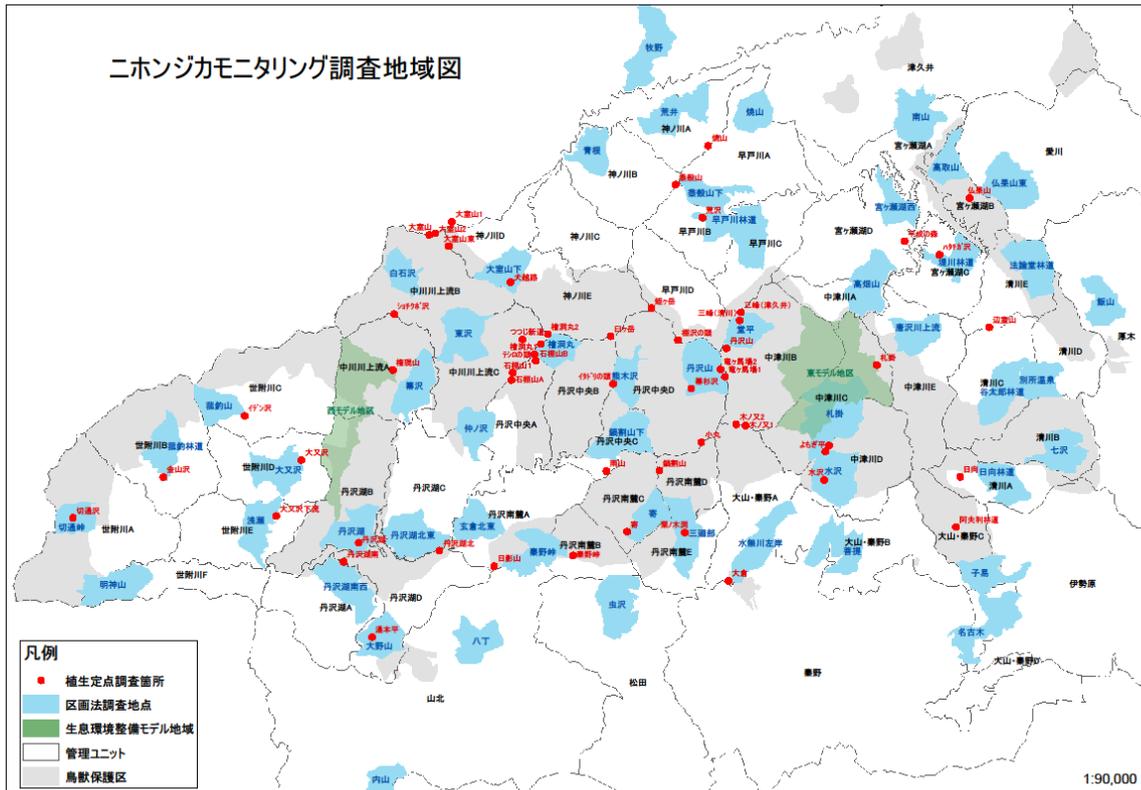


図2 植生定点調査地(赤丸、水色は区画法による密度調査地)

## ③モデル地区内現存量調査

森林管理とシカの捕獲による植生回復の効果を探るために、東西丹沢の県有林において、現存量の変化をみるものである。東丹沢では37地点、西丹沢では55地点の調査地がある。

### (7) 結果の概要

#### ①累積利用圧調査

自然植生回復地域(高標高域)で植生劣化レベルが高く、被害防除対策地域(山麓域)で植生劣化レベルが低い傾向に変化はなかった(図3)。全体として改善したメッシュよりも悪化したメッシュの方が多かった(図4)。植生回復目的の管理捕獲をした地域では、「中川川上流B(白石沢)」のように改善したところもある一方で、「丹沢中央A(仲の沢)」のように悪化したところもあった。地域特性として、悪化が目立つのは宮ヶ瀬湖南東側地域、大山北側地域、大室山～加入道山地域、世附三国山地域などであった。改善が目立つのは塔ノ岳南側地域、三ノ

塔北側地域、丹沢山、檜洞丸などであった。

第3次メッシュ別 植生劣化ランクの変化 (H21\_22境界部データ調整版)

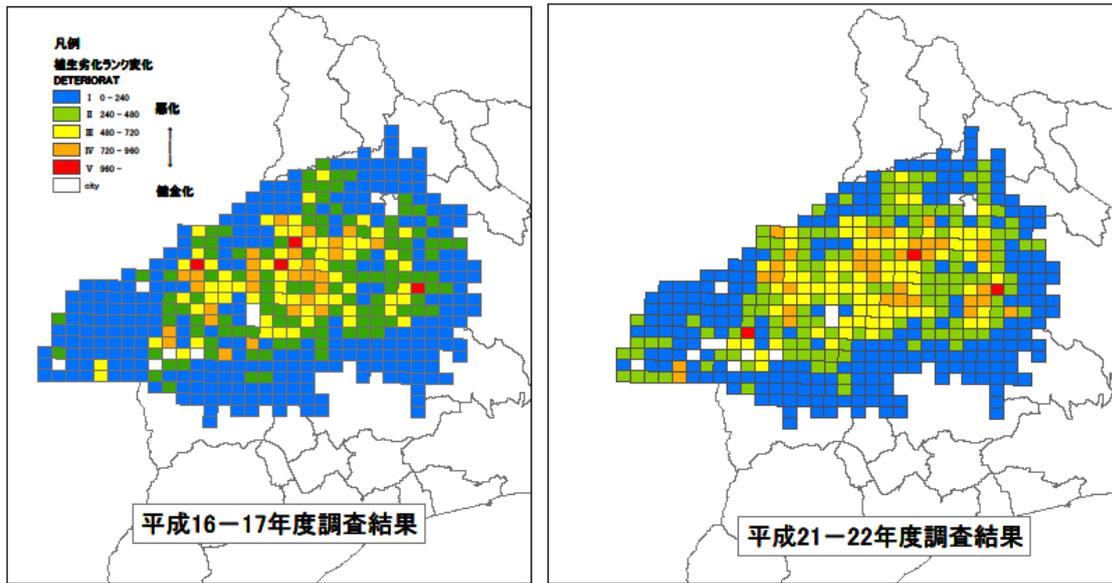


表 メッシュ単位の植生劣化レベル数(トータル)

	I	II	III	IV	V	計
H16_17	277	112	60	28	4	481
H21_22	234	132	75	34	3	478

※H21\_22年度データは、台風災害による入林禁止措置により、3メッシュ少ない。

図3 3次メッシュ別の植生劣化度の変化

第3次メッシュ単位の植生劣化ランクの変化

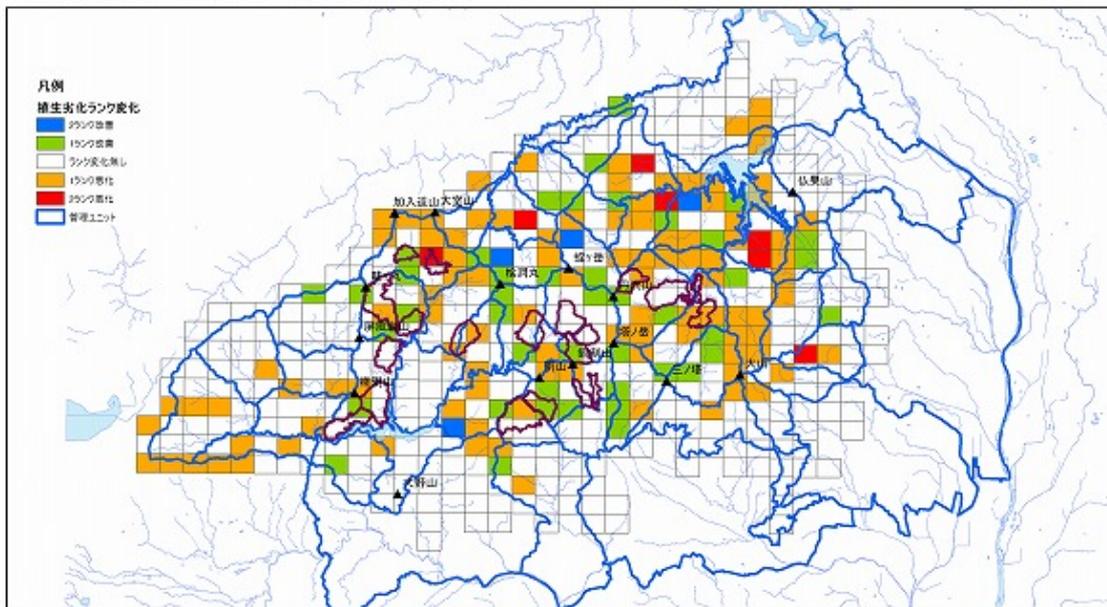


表 メッシュ単位の植生劣化レベル数(トータル)

	2ランク改善	1ランク改善	変化なし	1ランク悪化	2ランク悪化	計
メッシュ数	4	44	321	102	7	478

※H16\_17年度とH21\_22年度データで比較可能な478メッシュを対象とした。

図4 植生劣化度の2時点の変化量

林床植被ランクは、全体として植被の少ないEとDランクのメッシュが減少するという改善傾向がみられた。すなわちDとEランクの合計メッシュ数は、第1期計画（H16-17）の197から163に減少した（図5）。AとBランクには大きな変化はなかった。管理捕獲したメッシュで1～2ランクの改善があったところは、中津川B（札掛）、丹沢南麓B、C、Dなどであった。管理捕獲したメッシュで悪化したところは、中津川B（堂平）、中川川上流A（大滝沢）、丹沢湖Bの3箇所であった。変化量の変らないメッシュが50%を占め、プラスに変化したのが29%、マイナスに変化したのが20%であった（図6）。

### 第3次メッシュ別 全林床植被ランクの推移

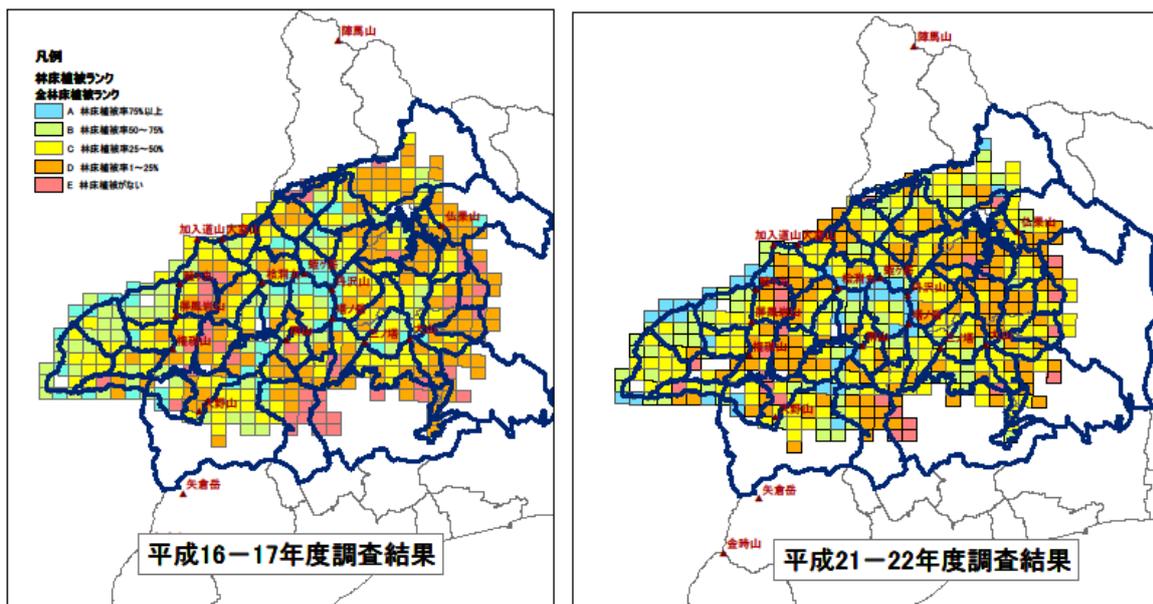


表 メッシュ単位の全林床植被率

	A	B	C	D	E	計
H16_17	46	86	152	154	43	481
H21_22	40	94	181	139	24	478

※H21\_22年度データは、台風災害による入林禁止措置により、3メッシュ少ない。

図5 3次メッシュ別の林床植被ランクの変化

第1期と第2期の植被率ランクの変化量

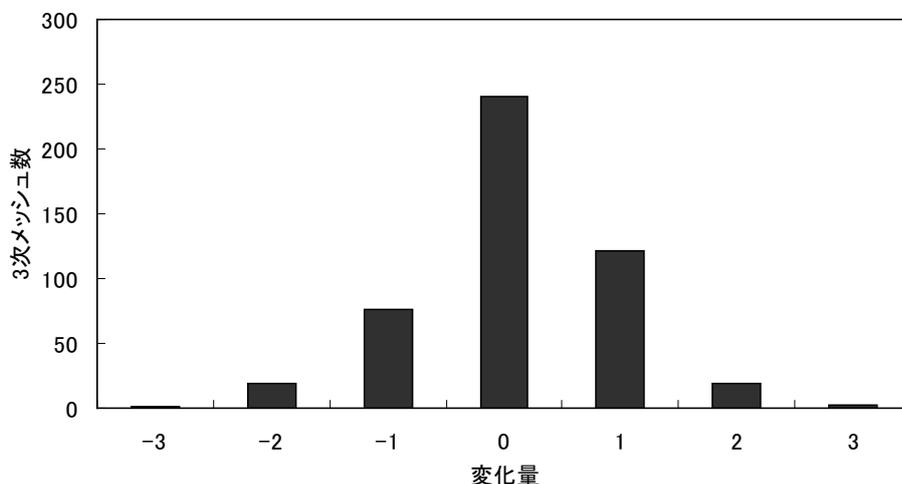


図6 林床植被ランクの2時点の変化量

②植生定点調査

柵外で植被率が増加したのは、管理捕獲をしてきた「三峰（清川）」の1地点であった。他の地点では減少か変化なしであった。一方、柵内の植被率は増加したか高い状態で推移していた（柵を破損した箇所を除く）。柵外で高木性樹木の最大高が10cmを超えたのは3地点あったが、2地点では低下傾向、1地点では20cm未満のままで顕著な変化はなかった。柵内では高木性樹木の種数と樹高ともに増加する傾向があった。ササ型林床の6地点において、柵外のササ稈高が増加した地点数は1地点であった（大倉のアズマネザサ）。他の地点では低下か変化なしであった。柵外における生活型組成や不嗜好性種の優占度では顕著な改善傾向はみられなかった。



2003年 柵内



2003年 柵外



2010年 柵内



2010年 柵外

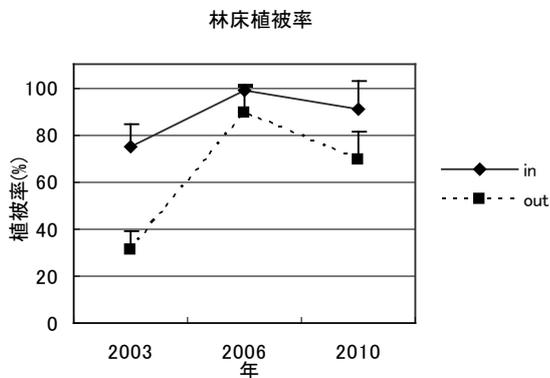


図7（写真含） 三峰（清川）の植生の変化（管理ユニット 中津川B）

シカ密度は、2003年に30.5頭/km<sup>2</sup>、2006年に14.2頭/km<sup>2</sup>、2008年に9.9頭/km<sup>2</sup>、2010年

には 4.2 頭/km<sup>2</sup>へと順調に低下傾向を示している。

### ③モデル地区内現存量調査

林床植被率および現存量ともに、2008 年から顕著な変化を示した調査地はなかった。

#### (8) 課 題

な し

#### (9) 成果の発表

な し

# 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研究開発  
Ab ニホンジカの効果的な管理技術の開発(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、各種事業がシカ密度や森林生態系に及ぼす相互影響を予測し、適切な対策の選択を可能とする意志決定支援ツールの開発を試みる。平成 22 年度は、ハザードマップの構築方法を検討するとともに、その基礎となるGISデータベースの基本設計と構築を行った。また、ハザードマップを実際のシカ管理事業に適用する際に必要となる意志決定支援ツールについても先進事例を収集して基本デザインを検討した。

## (6) 研究方法

① GISデータベースの構築：神奈川県丹沢大山地域におけるシカと森林の統合的管理を行うために、既存のデータや情報をGISデータとして整理し、そのデータを取りまとめたGISデータベースを構築することとした。この、GISデータベースはハザードマップ検討や試作、意志決定支援ツール構築にも活用できるようにGISデータの収集に努めた。なお、本年度は、GISデータベースの基本設計を最初に行い、続いてGISデータを収集しGISデータベースの構築を試みた。

② ハザードマップの試作：本研究では、シカによる森林生態系被害の危険性を予測し、効果的な対策を実施するためのハザード(危険)マップを、丹沢山地を対象として試作した。まず、ハザードマップを、「どこでどんな被害が発生するかを予測する地図」あるいは「被害の発生頻度や強度を二次平面にプロットして、リスクを可視化した地図」と定義し、図1に示すような、構築手順と利用方法を想定した。

構築作業では、まず、対象とする被害項目の内容と尺度について、各種文献資料などを用いて大まかに整理した。続いて、各種森林生態系への被害と関係する各種要因について、文献および丹沢山地の調査結果を用いて分析し、被害発生場所、発生確率、規模などのリスクを予測するためのロジックや空間処理の方法について検討した。そして、検討結果を用いて、既存のGIS情報などを

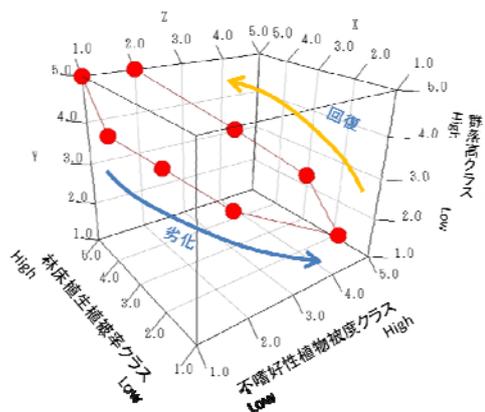


図1. 植生の劣化過程と回復過程のモデル図

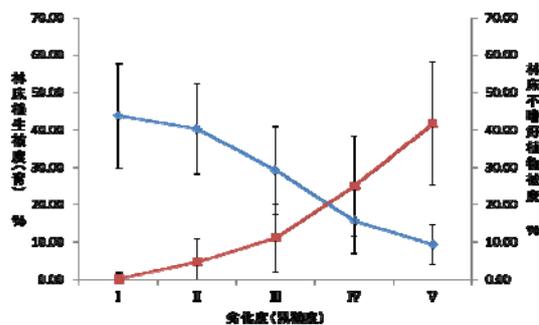


図2. 劣化度と下層植生・不嗜好性植物の植生率の関係

用いて丹沢山地におけるシカによる森林生態系被害ハザードマップを試作した。

### (7) 結果の概要

① GISデータベースの構築：GISデータベースの基本設計を検討した結果、構築したGISデータベースを主な役割ごとに3つのサブシステム（基盤情報DB・解析情報DB・アウトプット）に分離することとした（図1）。基盤情報DBでは、基盤情報とシカ・森林に関する情報を集約し、共通の情報をして共有できるデータベースとして整理した。解析情報DBでは課題に対するデータベースと解析結果の集約を行い、アウトプットでは統合的なデータベースを構築し、事業・計画などへ意思決定支援のための情報整理や外部へ発信するための情報を集約する予定である。

②ハザードマップの試作：丹沢山地におけるこれまでの知見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、図1のように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。そこで植生定点モニタリング調査データを分析した結果、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いた（図2）。また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。さらに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、本年度のハザードマップ作成は図3で示したロジックを作成・試作した。試作したハザードマップ対象地は丹沢大山地域の東側にあたる東丹沢一体とし、集計単位は管理ユニットの一つである細地区とした。本年度試作したハザードマップである被害強度指数（DI）はシカ密度指数（DDI）と食物環境指数（FCI）から算出した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）から評価した（図4）。値の高い地域が被害の高い細地区と推定される。檜洞丸周辺、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が高い値を示しており、比較的有用なマップであると思われた。今回作成した試作版は地域を限定しており、食物環境指数（FCI）等も比較的単純な算出方法とした。そのため、今後はシカと森林生態系の関係性を「相対シカ密度」、「累積圧」、「環境の脆弱性」において多面的に評価した上で、シカによる森林生態系劣化のハザードマップを改善していくことが必要である。

### (8) 成果の発表

1. 鈴木透・山根正伸(2011)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」、p p 17-28。平成22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。
2. 鈴木透・山根正伸・笹川裕史・羽太博樹(2010)ニホンジカと森林の統合的管理に向けたGISデータベースの構築に関する研究。2010年GIS学会講演論文集。

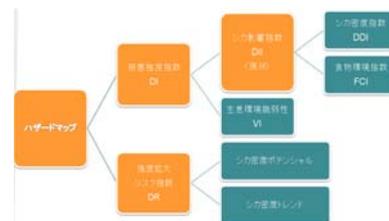


図3. ハザードマップの作成ロジック

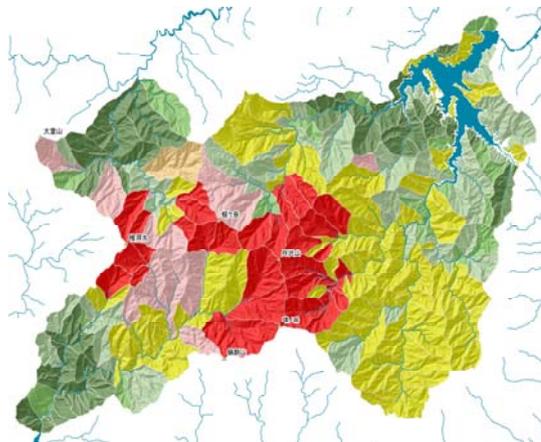


図4. 被害強度指数 (DI)

赤：高い値（被害大）、緑：低い値（被害小）

## 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研究開発  
Ac ニホンジカの効果的な管理技術の開発(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

省力的・効果的な密度推定手法開発のため、2種類の自動撮影カメラを用いた個体数・生息密度推定法を検討した。

### (6) 研究方法

今年度は、山岳地における効果的な生息密度推定方法を検討するため、糞塊法の改良方法と自動撮影カメラによる密度方法について検討した。

#### ア. 糞塊法の改良に関する検討

糞塊法は、神奈川県ではシカ密度の変化指標として継続的に広域調査が行われている。しかし、調査結果の精度や、その変化についての解釈が難しく、区画法その他の調査との対応については各種の過大がある。ここでは、見通しの悪い山岳地でも一定精度でシカ密度の推定が可能で比較的省力的と考えられる英国で開発された反復プロット糞塊計測法(Combination Plot Technique)の概要をとりまとめ、適用の課題を整理した。

#### イ. 自動撮影カメラを用いたシカ密度推定方法の検討

ここでは、自動撮影カメラ法では、区画法などにより生息密度調査が行われている丹沢山山頂付近と松田町寄水源林とに自動撮影カメラを設置して生息するシカの撮影データを取得し、それぞれ個体識別をベースとするヤコブセンらによる方法(1997)について検討した。材料は、シカの行動調査の目的で丹沢山山頂付近から竜が馬場までに設置した20台のうち、11台を選んで、2010年12月24日～2011年1月3日までに撮影された画像を用いて解析を行った。個体数推定に必要な値(表1)を得るために、撮影データを確認しながら、個体種類別(枝角オス、1尖オス、当歳、その他メス)の出現頻度を集計し、所定の手順で、有角雄個体数、おとな雌個体数、当歳個体数とこれらの合計頭数を算出した。枝角オスは、角の形状、体サイズなどから目視により識別を行った。当歳の識別は、体サイズと、頭から鼻先の形態(少し寸詰まりとなっている)で識別するほか、個体グループ構成も考慮して判別した。

### (7) 結果の概要

#### ア. 反復プロット糞塊計測法(Combination Plot Technique)の概要

この方法では、一定期間の糞塊蓄積量を精度良く測定し推定した初期個体数サイズEDU値(EFFECTIVE DEER UTILIZATION:有効シカ利用インデックス)を求め、EDU値を数年おきに再測定してEDUの変化をモニタリングし、測定したEDU値とシカ個体数モデルを比較することで、シカ個体数を検証、説明、予測する。この方法は従来の糞塊法より、測定条件やプロットの配置、プロット数、EDU値の変化の解釈などが詳しく検討が行われており、精度向上が期待できるとしている。

本手法の調査デザインとデータ解析方法は以下に示すとおりである。

- ① 本手法の調査デザイン: 1回の排糞イベントの糞塊の中心地点をカウントする。1回あたりの排糞

量のサイズから平均的な糞粒数を念頭に置き分解消失についても考慮する。プロットの大きさ、設置位置は、植生タイプにより変え、ライントランセクトの幅は精度確保のため、最低 75cm 以上とする。プロットは、シカの生息地選好を考慮し、層化して配置することが望ましい。また、調査対象地を生息地タイプで区分し、面積割合に応じたサンプル数を割り当てる。初めての調査ではシカの利用頻度が異なり後者の糞塊密度は 1.5–5 倍多くなるため針葉樹閉鎖林と林冠開放林を層化して調査する。プロット数は、より変動の大きな層には多く割り当てる。必要数は、推定平均値の 95%信頼区間が得られるだけの数量とし、変動係数は初期調査で求める。プロットの配置が決定したら、位置を 1 万分の 1 の地形図に記す。調査の日数間隔は、長いと糞塊累積が増えて精度があがるが、分解消失も起こる。また、移出入や捕獲による個体数変動の誤差が生じる。このため 60–100 日程度が適当である。

② 取得データの吟味方法：調査期間内に排糞されて消失する糞塊の割合（糞塊の消失率）は、通常調査における消失分解変化データから推定する。続いて、EDU 値を推定する前に調査期間を通じた全糞塊累積量を計算する。さらに、糞塊カウントデータを、種毎の排糞回数を用いて EDU 値へ変換する。EDU 値変化は、できる限り同じプロットで調査することで精度をあげる。また、EDU 値を使った個体数推移と個体群モデル（初期個体群サイズ、増加率、成獣自然死亡率、個体群年齢構成）結果と実測値の比較・解釈を行う。この場合、移入移出の影響も判定する

③ 山岳地でのシカ密度推定への適用可能性：以上に概要を示した反復プロット糞塊計測法を用いて山岳地でのシカ密度推定に適用するには、糞塊あたりの平均糞粒数を決定後、立地環境別の出現状況などに関する事前調査を行う必要がある。また、季節や立地に応じた消失率に関するデータ収集が必要である。これらの情報が得られれば現在行われている、統計的検証がなく、反復調査が行われず、また分解消失率も考慮しない現行手法よりも、密度およびその変化に関する精度向上が図れると考えられる。

#### イ. 自動撮影カメラを用いた個体数・生息密度推定法の検討

① 個体識別による方法：自動撮影カメラに安定してシカが写り込むようになった、12 月 24 日から 2011 年 1 月 3 日までの延べ 10 日間の撮影画像から、個体数推定に必要な各値を計測した。計測は、20 地点のうち 11 地点として、地点毎と全体の個体数推定を行った。

11 地点において測定期間中に、識別できた枝角雄は、4 尖個体 2 頭、2 尖個体 3 頭の合計 5 頭（写真 3）であった。1 尖個体は全体で 2 頭しか確認できなかった。この理由としては、撮影時間が夜間に集中しており、小さな角の識別が難しかったことが考えられる。また、夜間の映像は体サイズの判定が難しかったため、おとな雌のカウント数に対して当歳のカウント数が少ない地点もあった。集計結果は、地点毎の総個体数は 6～50 頭の範囲で、平均は  $29 \pm 15.7$  (s. d.) である。全地点を込みにした集計値は、総推定個体数が 70 頭、有角雄が 6 頭、成雌が 52 頭、当歳が 12 頭と推定された。撮影されたシカの生息範囲は、今後 GPS 発信器個体データなどの解析をまって検討する必要があるが、1990 年代後半のテレメータ追跡データなどから類推して、カメラを設置した稜線部一帯のおおむね 1 平方 km を越えないと考えられる。そのように仮定すると、丹沢山一帯の生息密度は 70 頭/km<sup>2</sup>以上と算出でき、これまでの区画法の調査結果（09 年 60.9/km<sup>2</sup>）をやや上回る値であった。以上から、個体識別法は、シカの利用頻度が高い地点に、多量記録枚数を可能とするデジタルカメラ式の自動撮影装置を設置し、角の有無や体サイズが判別しやすいうように撮影することで、生息頭数と個体群構成に関する比較的良い情報を得ることが可能と考えられた。

#### (8) 成果の発表

1. 鈴木透・山根正伸（2011）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」. pp75-88. 平成 22 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研究開発  
Ad ニホンジカの効果的な管理技術の開発(植生保護柵を利用した山岳地でのシカ捕獲技術開発)
- (2) 研究期間 平成 22～26 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

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ける高密度化したシカを効率的に捕獲する手法について、内外の情報を収集し適用可能な手法について実施可能性や試行を行う。また、植生保護柵などの施設を利用した捕獲や、給餌を組み合わせた捕獲など、罠猟など山岳地で実用的な方法を検討する。平成 22 年度は、シカが過密化した山岳地において、シカの生息状況や行動を把握し、その情報に基づいてシカを効果的に捕獲するための技術として、植生保護柵を活用する技術開発に着手するとともに、少人数捕獲技術についても検討した。

### (6) 研究方法

#### ア. 山岳地におけるニホンジカの生息状況の把握

捕獲技術開発を実施する丹沢山山頂付近のシカの生息状況を詳しく調べるため、自動撮影カメラを設置し、継続的な観察を行った。自動撮影カメラは、2010 年 11 月末に、丹沢山の山頂南から竜が馬場(1510m)までの登山道脇にほぼ等間隔に 20 カ所を設置した。撮影地点にシカを誘引するため、設置時に、ヘイキューブなどの餌を撒き、撮影角度 52 度、感知距離 13.2m の撮影条件としてカメラを放置して自動撮影を行い、1 ヶ月間隔で撮影データを回収した。なお、撮影は昼間にはカラーモード、夜間は赤外線白黒モードとし、撮影日時秒、気温を画像に移し込むように設定した。回収した撮影データは、撮影時間を地点毎にリストし、目視でシカの写り込みのある写真について、撮影時間に対応させて写っているシカの数、シカの性別区分(角あり、角なし、その他)などを判読した。

次に、丹沢山山頂付近のシカの行動特性を把握するため、一帯に生息しているシカを捕獲して GPS テレメータ発信機を装着し、行動を追跡した。4 頭の成獣への発信機装着を目標として、必要な許可を受けた後に 2010 年 11 月末に三生式(スパーミニ SM-00-4)足ククリワナを設置するとともに、2 月中旬までに 3 回(第 1 回: 11 月 30 日～12 月 3 日、第 2 回: 12 月 14 日～17 日、第 3 回: 2 月 1 日～2 月 7 日)麻酔銃による捕獲を行った。捕獲したシカには TVP Positioning AB 社製 TellusT5H1 を装着した。

#### イ. 植生保護柵を利用した捕獲技術の開発

本年度は、丹沢山地の山岳地に多く設置している植生保護柵を利用したワナの設計を行った。植生保護柵は既に柵により囲われているため設置の省力化や資材の低コスト化が図れると共に、周辺環境と比較して、下層植生が繁茂しているため誘因効果もあると考えられる。そこでまず植生保護柵を利用した捕獲技術のコンセプトを整理し、ワナの設計を行った。続いて、検討したワナの設計を基に、柵の資材、シカの監視システム、ワナの閉鎖扉を作成し、本年度は、柵の設置、シカの監視システムを丹沢山付近に 2 か所設置した。

続いて、丹沢山において設置した2か所のワナにおいて、柵を1か所ずつ解放し、シカのワナへの反応を見るための開放実験を行った。開放実験は12月、1月、2月の計3回行い、12月は誘因物（ヘイキューブ：写真2）による誘因なし、1月、2月は1か所のみ誘因物ありとした。シカの監視は12月2日間、1月・2月1週間とした。

## (7) 結果の概要

ア. 丹沢山山頂付近におけるニホンジカの生息状況の把握

設置後最初の回収日2011年1月17日までの撮影データのうち、全撮影地点の半分の10地点分について、撮影日毎の延べ頭数の推移をみると、当初、撮影個体数は少なかったが、2010年12月18日頃から撮影延べ頭数が増加し、その後変動は大きいが40頭前後で推移している。

予備解析からは、有角シカ、無角シカ、識別不能個体の延べ頭数は、それぞれ107、849、180で、雌個体の割合が高いと推測された。

上の予備分析の結果は、この一帯には依然として高密度でシカが生息していることを伺わせる。

次に撮影時間帯の頻度分布をみると、シカは昼間の明るい時間帯にはほとんど撮影されず、夜間と日の出・日の入り前後の時間帯に集中していることがわかる。撮影頻度が高いのは日の入り前後の2時間と日の出直後の7時台で、ほとんどの撮影は夜間である。1990年代中盤に、撮影地点の範囲の登山道を踏査してシカをカウントした調査では、昼間の時間帯でも相当数のシカを目視したことが報告され（ヤコブほか1997）、今回の結果とは大きく異なっており、最近の丹沢山山頂付近のシカの行動は1990年代中盤時点と変化している可能性を示唆する。

次に、GPS発信器を装着したシカの行動について、2011年1月17日に遠隔操作により回収したデータの内、捕獲日である12月17日のデータを取り除いた結果、624地点のデータが得られた（図4・5）。利用している地点は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いないことが明らかになった。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るが、1個体のデータのため今後の継続的な調査が必要である。時間別でみると、昼間（9時～16時）に移動していることが多く、夜間に撮影頻度の高かった自動撮影カメラとの結果とは逆の行動様式を示

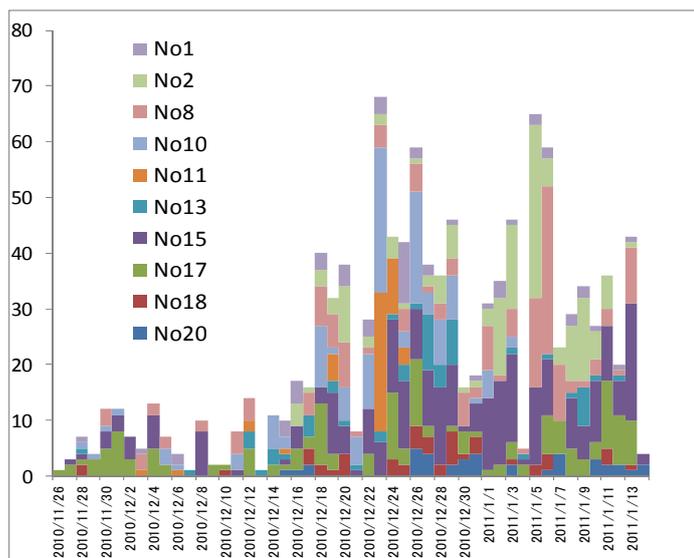


図1 自動撮影カメラに撮影されたシカ延べ頭数の日推移  
(2010年11月27日～2011年1月17日)

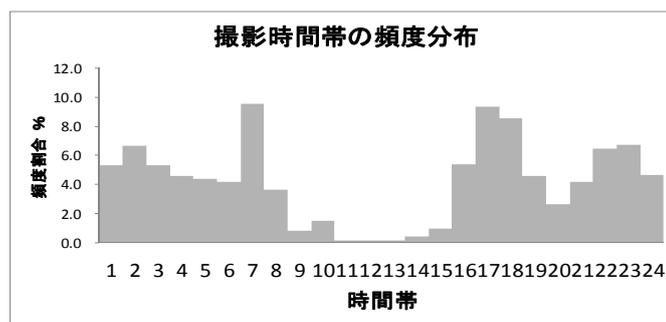


図2 自動撮影カメラに撮影されたシカ延べ頭数の時間帯別の頻度割合  
(2010年11月27日～2011年1月17日)

した。また後述するワナの開放試験においても夜間の移動が確認されており、こちらも継続的な調査が必要であると考えられた。

#### イ. 植生保護柵を利用したワナの設計

本年度は、丹沢山地の山岳地に多く設置している植生保護柵を利用したワナの設計を行った。丹沢山地の山岳地の特性である急峻な地形、高標高といった環境や省電力、低コストといった条件に適応するため下記の3つのコンセプトの基にワナを設計した。

コンセプト1：一時的に設置し短期間の捕獲を行うためのワナ

コンセプト2：設置の簡略化（低コスト、省力化）

コンセプト3：隔地からの操作、省電力の監視、閉鎖システムを設計

以上のコンセプトを踏まえて、図に示したワナを設計した。ワナは柵内をビデオを遠隔地から監視し、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、吹き矢や麻酔銃を用いて捕獲することを目的とした。

ワナの構成はシカを囲うための柵と侵入したシカを監視するためのビデオカメラを用いた監視システム、シカを閉じ込めるための自動閉鎖扉と暗幕から成り立っている。柵は低コストで軽量であり、柵の耐久性にも実績のある植生保護柵と同様の資材を用いることとした。監視システムは、赤外線カメラとモニタ件録画用ハードディスク、それらをつなぐコードから構成されている。なお本年度は省電力のシステム設計を目指し、有線のコードを主に扱い、無線による監視システムは1つのみとした。自動閉鎖扉は、扉の閉鎖時のシカへの影響を最小限にするために静音設計のロールカーテン式の扉を設計し、さらに省電力かつ軽量で現地において簡単に組み立てることができるシステムとした。また、暗幕も風による音を最小限にするための風通しのよりシートを用いた。

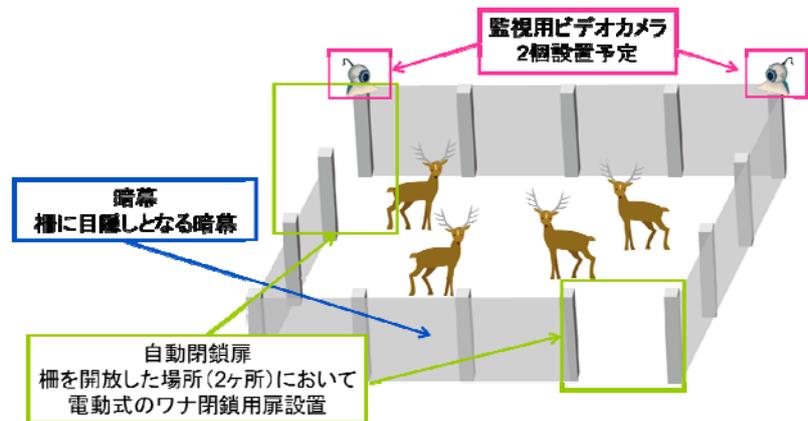


図3 ワナの設計

以上に検討したワナの設計を基に、ワナを開発した。植生保護柵は約20m×約20mで作成されているものが多く、シカを閉じ込めて捕獲する囲いワナのサイズとしては大きいと判断したため、選定した2つの約20m×20mの植生保護柵に柵を追加し、捕獲用のワナを作成した。追加した柵は植生保護柵と同様の資材を用い、ワナの作成は1個につき作業5人で約1時間要した。植生保護柵を利用することで、ワナの設置は非常に低コスト、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。ただし、ワナとして植生保護柵を用いた時の耐久性の問題は今後の課題である。設置したワナ内と監視するシステムは、赤外線カメラ（写真3）とモニタ件録画用ハードディスクから構成させており、柵の支柱に設置することにより簡単にワナ内を監視することができる。本年度は電力には発電機を用い、後述する解放試験では1週間の継続利用が実現しており、省電力の監視システムであると同時に、電力が供給されていない地域においても利用可能である。

自動閉鎖扉は、省電力、静音設計のロールカーテンを改良し、軽量で持ち運び（分解）可能な扉を試作した。試作した自動閉鎖扉は現在動作試験を行っており、来年度は調査地に設置する予定である。

以上のような構造の柵を丹沢山に2か所設置し、フェンスを1か所ずつ解放し、計4回のシカのワナへの反応を見るための開放実験を行った。12月の開放実験では誘因をせずに2日間ワナを解放した結果、シカのワナへの侵入は見られなかった。1月は1か所誘因物あり、1か所誘因物なしという開放実験を行った結果、約5日後複数頭のワナへの侵入が見られた。2月下旬から3月上旬の同様な開放実験では、給餌翌日より、朝6:00-8:00頃を中心に10頭以上のシカ集団が利用することが確認できた。

#### (8) 成果の発表

1. 鈴木透・山根正伸・谷脇徹(2011) 個別技術開発報告、課題3「効果的な捕獲技術の開発」. pp129-140. 平成22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。

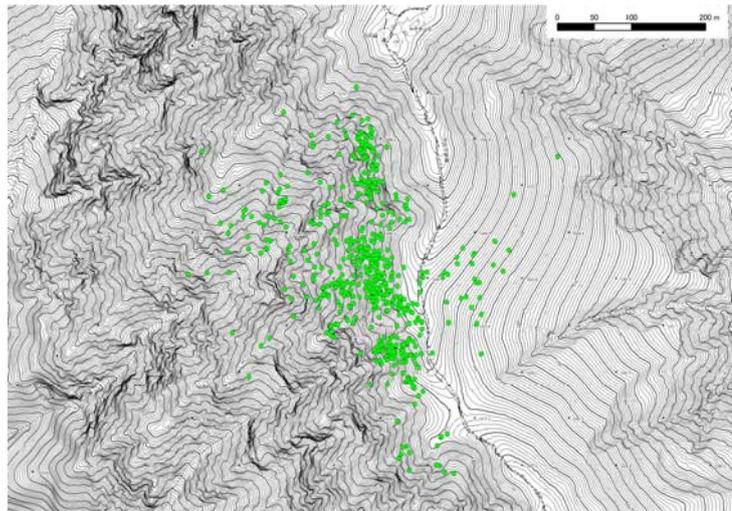


図4 GPS発信機により得られた利用地点

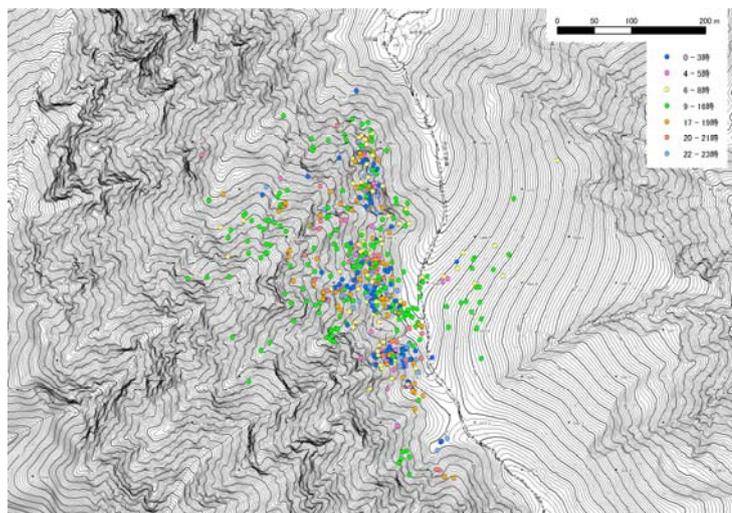


図5 GPS発信機により得られた利用地点（時間別）

## 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研究開発  
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 22 年度は、21 年度に引き続き法面緑化施工地の遷移状況を把握することとした。また、湘南地区管内の表丹沢林道において在来緑化と種子無緑化を試験するために工事前の現存植生を把握した。なお、法面緑化施工地の遷移状況の調査は日本クニヤ（株）に、工事前の現存植生調査は（株）オオスミに委託した。

### (6) 研究方法

#### 1) 既設法面緑化施工地の遷移状況

##### ①調査地

調査地は、丹沢山地東部から北部に位置する 5 路線とした（表 1）。

##### ②調査方法

各路線において事前に設置された調査枠（簡易法枠は 1m<sup>2</sup>、他は 4m<sup>2</sup>）で、斜面方位、傾斜（°）、緯度・経度、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。なお、神ノ川林道及び早戸川林道においては、新規に調査枠を追加して、同様に調査した。この他、各林道で対照区として緑化工を施していない自然状態の法面を対象に植生調査した。調査に際しては各林道の調査枠の上部と下部の林相を記録した。

#### 2) 工事前の現存植生

##### 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 か所ずつの計 48 か所、法面 B では 8 か所ずつの計 32 か所、合計 80 か所を設置した。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 調査した既設法面緑化施工地一覧

路線	地点No.	工種	調査面積	枠数	位置（世界測地系）
日向林道	日向1	種子吹付No. 1	4m <sup>2</sup>	10	35° 26' 0" N 139° 15' 38" E
	日向2	種子吹付No. 2	4m <sup>2</sup>	10	35° 25' 42" N 139° 15' 32" E
	日向3	自然植生法面	4m <sup>2</sup>	10	35° 25' 58" N 139° 15' 34" E
唐沢林道	唐沢1	簡易法枠No. 1	1m <sup>2</sup>	6	35° 29' 11" N 139° 15' 25" E
	唐沢2	簡易法枠No. 2	1m <sup>2</sup>	5	35° 28' 28" N 139° 14' 15" E
	唐沢3	簡易法枠No. 3	1m <sup>2</sup>	5	35° 28' 30" N 139° 12' 56" E
	唐沢4	切取面No. 4	4m <sup>2</sup>	5	35° 28' 32" N 139° 13' 20" E
	唐沢5	切取面No. 5	4m <sup>2</sup>	5	35° 29' 2" N 139° 15' 2" E
	唐沢6	自然植生法面	4m <sup>2</sup>	5	35° 28' 32" N 139° 12' 56" E
半原中央・熊谷沢林道	熊谷1	簡易法枠No. 1	1m <sup>2</sup>	5	35° 31' 4" N 139° 15' 54" E
	半原2	簡易法枠No. 2	1m <sup>2</sup>	5	35° 31' 42" N 139° 15' 32" E
	半原3	簡易法枠No. 3	1m <sup>2</sup>	5	35° 31' 45" N 139° 15' 23" E
	熊谷4	簡易法枠No. 4	1m <sup>2</sup>	5	35° 30' 59" N 139° 16' 4" E
	熊谷5	切取面No. 5	4m <sup>2</sup>	5	35° 30' 55" N 139° 15' 59" E
	半原6	自然植生法面	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 41" N 139° 15' 30" E
神ノ川林道	神ノ川1	簡易法枠No. 1	1m <sup>2</sup>	5	35° 29' 38" N 139° 6' 39" E
	神ノ川2	簡易法枠No. 2	1m <sup>2</sup>	5	35° 29' 37" N 139° 6' 38" E
	神ノ川3	簡易法枠No. 3	1m <sup>2</sup>	5	35° 29' 46" N 139° 5' 57" E
	神ノ川4	簡易法枠（追加）	2.25m <sup>2</sup>	10	35° 30' 8" N 139° 6' 8" E
	神ノ川5	特モル吹付No. 1	4m <sup>2</sup>	10	35° 32' 13" N 139° 6' 55" E
	神ノ川6	特モル吹付No. 2	4m <sup>2</sup>	10	35° 30' 10" N 139° 6' 17" E
	神ノ川7	自然植生法面No. 1	4m <sup>2</sup>	5	35° 30' 11" N 139° 6' 18" E
	神ノ川8	自然植生法面No. 2	4m <sup>2</sup>	7	35° 30' 8" N 139° 6' 22" E
	神ノ川9	自然植生法面No. 3	4m <sup>2</sup>	10	35° 29' 52" N 139° 6' 31" E
	神ノ川10	自然植生法面No. 4	4m <sup>2</sup>	5	35° 29' 51" N 139° 6' 35" E
	神ノ川11	自然植生法面No. 5	4m <sup>2</sup>	5	35° 29' 51" N 139° 6' 37" E
	神ノ川12	自然植生法面No. 6	4m <sup>2</sup>	5	35° 29' 36" N 139° 6' 34" E
早戸川林道	早戸川1	特モル吹付No. 1	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 17" N 139° 11' 22" E
	早戸川2	特モル吹付No. 2	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 13" N 139° 11' 18" E
	早戸川3	特モル吹付No. 3	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 15" N 139° 10' 55" E
	早戸川4	自然植生法面No. 1	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 7" N 139° 10' 34" E
	早戸川5	自然植生法面No. 2	4m <sup>2</sup>	5	35° 31' 15" N 139° 10' 58" E
合計		32箇所		198枠	

## (7) 結果の概要

### 1) 既設法面緑化施工地の遷移状況

工法別の確認種類数は、調査箇所数の多い法枠工で 109 種と最も多く、次いで特モル吹付工で 91 種、種子吹付工で 66 種、切取面で 62 種であった。平均出現種数は種子吹付工で 41.5 種ともっとも多く、法枠工で 21.3 種と最も少なかった。

外来種の出現率は、法枠工及び切取面で比較的比率が高かったが、種子吹付工では平均 4.8% と低い値であった。在来を含む吹き付け種は、各工種とも平均で 3.4 種から 5.0 種と大きな差はないが、種子吹付工では外来の吹き付け種は確認されなかった。これは、調査対象とした箇所のうち、種子吹付工の箇所は施工後 4 年以上程度経過していたのに対し、法枠工は 3 年未満程度の調査箇所が多かった事によると考えられた。種子吹付工の箇所は植生の遷移によって、施工時に吹き付けられた外来種が

在来種へと置き換わっていったものと考えられる。

対照区として調査を実施した自然植生法面では、全ての調査箇所でも外来種は確認されず、吹き付け種に該当する種が確認された箇所もあるが、これらについては自然分布ないしは逸出と考えられる。

以下に調査箇所の多かった法枠工と特殊モルタル吹付工、および自然状態の法面について特徴を述べる。

### ① 法枠工

法枠工の施工箇所では、施工時に導入されたシナダレスズメガヤ、オニウシノケグサ、ハイウシノケグサが高い頻度で出現している場合が多く、この他一部の調査箇所ではギョウギシバ、カモガヤ、オオウシノケグサなどの出現頻度が高くなっていた。この傾向は、施工年度が比較的新しく、草本層が主体の調査箇所でもより顕著となっており、施工から3年程度は、施工時に導入された種が優占することが伺える（写真1）。しかし、熊谷4及び神ノ川4ではこのような種は確認されず、コアカソ、フサザクラ、ウツギといった種の出現頻度が高くなり（写真2）、低木層や亜高木層が発達していた。これらの調査箇所は、施工後ある程度時間が経過しているものと考えられる。

コアカソやウツギといった種は、自然植生法面においても比較的高い頻度で見られる種であることから、法枠工の施工箇所は時間が経過するに従い、導入時の植生から在来種へ遷移し、低木層や亜高木層が発達するものと考えられた。



写真1 施工後3年経過した法面（神ノ川1）



写真2 在来種が生育する法面（神ノ川4）

施工年度不明

### ② 特殊モルタル吹付工

特モル吹付工の施工箇所では、シナダレスズメガヤ、オニウシノケグサ、オオウシノケグサ等の施工時に導入されたと考えられる種の出現頻度が比較的高くなっていた。しかし、コアカソ、ヒメウツギ、ニシキウツギ等の在来種の出現頻度も比較的高いことから、植生の遷移が進行しつつあることが伺えた。

今回調査を行った箇所では、大部分が草本層と低木層の2層となっていたが、神ノ川5では亜高木層にヌルデが見られた。神ノ川5については、シナダレスズメガヤ等の外来の吹き付け種が確認されているが、箇所全体の出現種は44種、木本の出現種も25種となっているなど、他の調査箇所に比べ多くなっていた（写真3）。したがって、神ノ川5については、施工後の経過年数が他の調査箇所より長いものと考えられる。これらのことから、特モル吹付工の施工箇所についても他の工法と同様に施工時に導入された外来種が見られなくなり、今後低木林へと遷移していくものと考えられた（写真4）。



写真3 在来種が侵入した法面（神ノ川5）



写真4 同左（早戸川1）

### ③自然状態の法面

自然状態の法面で出現頻度が高かった種はコアカソ、ウツギ、ヒメウツギ、マルバウツギ、シロヨメナで、このうちコアカソとウツギについては、他の工法で施工された箇所においても比較的出現頻度が高くなっていった。したがって、これらの種から構成される灌木林または林縁植生が緑化工を施工した法面の目標植生になると考えられた（写真5、6）。



写真5 自然状態の法面（神ノ川10）



写真6 同左（早戸川5）

## 2) 工事前の現存植生

法面AとBともに、コアカソやウツギが優占する林縁生の低木群落であった。確認種のうち、丹沢周辺でみられる林縁や崖地に成立するノイバラクラスの標徴種・区分種として、ボタンヅルーウツギ群集のボタンヅルとヘクソカズラが全ての試験区で高頻度にみられた。シカの採食影響については、調査地が急傾斜地であるため採食痕や糞等は見られず、植生についても嗜好性植物のコアカソが優占し、非嗜好性植物のマツカゼソウが僅かであるなど、特に攪乱された様子はみられなかった。

### (8) 課題

平成21年度の結果を統合して、路線ごとや工法ごとの遷移の特性を解析する。また緑化に適合した在来植物を抽出する。さらに他県の施工事例や既存文献を整理して、緑化指針を作成する。

### (9) 成果の発表

- ・平成22年度林道法面緑化植物モニタリング委託業務報告書.
- ・平成22年度林道法面植生現況調査委託報告書.

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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（水源特別会計：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

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ことになっている。5か年計画の4年目となる平成22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）で事前モニタリングを実施し、ヌタノ沢（丹沢湖上流）で観測施設整備、酒匂川上流の試験地にフチヂリ沢（南足柄市荏野）を選定した。また、平成21年度までにベースモデルを構築した水循環モデルについては、相模川水系を中心に対照流域試験のシナリオ解析を行った。

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、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 酒匂川上流の試験流域の選定

狩川上流を対象として既存資料調査と現地調査により候補流域を抽出するとともに、学識者による現地検討の上、狩川上流の試験流域を選定した。本業務は、神奈川県森林組合連合会が受託して実施した。

#### ② 対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

平成21年度に引き続き、当研究プロジェクトのモニタリング内容の検討や調整を行うために、関係分野の学識者からなる対照流域モニタリング調査会を構成し、実務レベルの検討会議により全体の意思決定や調整を行った。

#### ③ 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、水・土砂、溪流生物、水循環モデルの各分野について、部会を開催した。

#### ④ 展示資料等の作成

対照流域モニタリングの解説用パンフレットや、大洞沢と貝沢の現地の観測施設を解説したスタンド付きポスター、神奈川県内の水源林を図示したフロアマットを製作した。本業務は、酪農学園大学、（株）インフォシーズがそれぞれ受託して作成した。

### (7) 結果の概要

#### ① 酒匂川上流の試験流域の選定

平成21年度における選定作業の結果も踏まえながら、酒匂川水系の狩川上流域を対象に、既存資料や現地踏査により候補流域を抽出し、学識者による現地検討会を開催した。その結果、狩川上流域のフチヂリ沢とクラミ沢の2つの沢の足柄林道より上流域を最終候補流域とし、全体の検討会議での検討を経て、4箇所目の試験地に決定した。

## ② 対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

平成21年度に引き続いて第10回、第11回を以下のとおり開催した。

第10回 平成22年12月14日（火）9：00-12：00 神奈川県横浜西合同庁舎 6A会議室

議題1 平成22年度の実施状況

議題2 対照流域試験地の4カ所目の選定について

議題3 対照流域モニタリング調査の中間報告について

結果概要

・4カ所目の試験流域が、フチヂリ沢・クラミ沢に決定した。流域面積が比較的大きいため対照流域法としての試験が困難な地域であるが、箱根外輪山地域の流出特性を明らかにしていくことが県の水源環境を考えていく上でも大事であるとの認識のもと、当面は森林操作をせず現状の試験流域の特性を把握するための観測を行い、森林操作については、当該地域の今後の施策動向をふまえて必要に応じて森林操作を実施することとなった。

・対照流域モニタリングの中間報告では、試験地ごとの比較を水流出なら水流出で1枚のグラフでわかりやすく見せるなど、それなりに工夫が必要である。また、対照流域モニタリングの目的として、神奈川の森林が生み出す水についての実態として4地域ごとの流出特性を把握すること、さらにそこで森林整備をしたらどう効果があるかを把握するという2段階構えであることを第2期5か年からでも提示するべきである。

第11回 平成23年3月8日（火）9：30-11：30 かながわ県民活動サポートセンター会議室305

議題1 相模川水系における対照流域モニタリングの実施について

議題2 酒匂川水系における対照流域モニタリングの計画について

結果概要

・各調査担当によってこれまでの調査結果が中間報告書として取りまとめられた。さらに今後は、分野別に議論する機会を設ける。

・大洞沢で平成23年度に行う対照流域試験の森林操作について、事務局より流域3を植生保護柵で囲むという最終的な整備内容を説明し、専門委員より前後のモニタリング項目等について意見があった。主な意見として、地表流量以外の項目は既存の調査プロットで測定を継続すればよいが、地表流量を測定するなら調査枠に量水計を設置するかパーシャルフリュームを用いるかなどを検討が必要であること、林床植生の回復は見た目にも明らかなので定点写真撮影やインターバルカメラによる撮影も有効であること、森林操作と同時期に台風などの別の大きなかく乱が無いとも言えないため、操作の影響とかく乱の影響のそれぞれが把握できるようにかく乱があった後に直ちに調査に入るなど考えておく必要があることなど。

・ヌタノ沢の観測計画とフチヂリ沢のモニタリング方針について事務局より説明し、専門委員より留意点などについて意見があった。主な意見として、ヌタノ沢でも詳細な地形図があるとよいこと、フチヂリ沢でも水質や土壌を調査すれば、4地域の比較ができることなど

## ③ 研究分野別の部会の開催

### (1) 水土砂分野

6月19日 対照流域モニタリング 水・土砂・水質分野研究ワークショップ  
(個別調査の研究計画の全体調整)

10月19日 4カ所目の試験地選定にかかる現地検討会

11月27日 対照流域モニタリング調査会 水・土砂調査打合せ

(個別調査の進捗状況確認、H23大洞沢森林操作について)

### (2) 溪流生物分野

- 11月1日 対照流域モニタリング調査会 渓流生物調査打合せ  
(大洞沢の森林操作について、中間報告に向けて成果の方向性の検討)
- (3) 水循環モデル分野
  - 11月2日 浮遊砂流出量再現解析作業打合せ  
(東京農工大学の堂平沢、大洞沢のデータを用いた再現解析について)
  - 11月19日 大洞沢及び貝沢のシナリオ解析作業打合せ

④ 展示資料等の作成

対照流域モニタリングの業務概要を示した解説用パンフレットのほか、フロアマット、ロールアップバナースタンドを合わせて作成した。

(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、今後、4箇所目の試験地設定をしていくことで、さらなる研究業務の拡大が予想されることから、大学との共同研究や調査会社への委託のほか、任期付研究員の雇用などあらゆる手段を尽くした実施体制の整備が不可欠である。

(9) 成果の発表

なし

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 ・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 ・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 ・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（フチヂリ沢）：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22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 【水質等調査】
	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】
	吉武佐紀子	湘南短期大学 教授 【藻類調査】
	石綿進一	元環境科学センター専門研究員 【水生生物調査】
オブザーバー（専門）		有限会社河川生物研究所 【水生生物調査】
		株式会社ウイジン 【貝沢観測システム整備】
		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）		環境農政部緑政課、環境農政部森林課
		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
		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県有林部
事務局		自然環境保全センター 研究企画部研究連携課

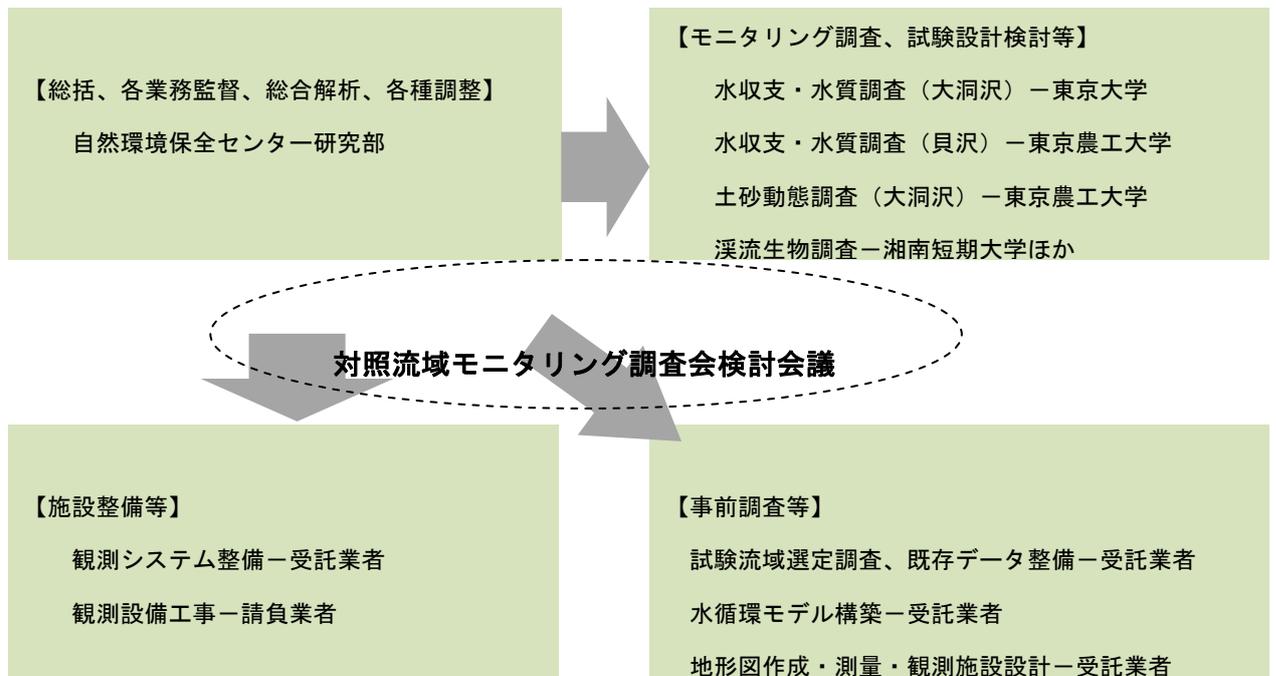


図2 平成22 実施体制

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
a 対照流域法等によるモニタリング調査－観測施設整備（ヌタノ沢）－
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 内山佳美

### (5) 目的

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（ヌタノ沢）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。

### (6) 研究方法

平成21年度に検討したヌタノ沢のモニタリング実施計画の観測施設整備計画に基づき、観測施設を整備した。量水堰等の施設整備は工事、自動観測システムの構築は委託により実施した。なお、自然公園法、森林法、森林所有者の土地使用承諾、治山施設の取付協議など必要な許認可等手続きは研究連携課が行った。

#### ① 観測施設の整備

平成21年度の検討結果を元に量水堰の実施設設計を行い、競争入札により（有）森環境開発が請負い施工した。

#### ② 気象・水文観測システムの整備

平成21年度の検討結果を元にプロポーザルによる公募をおこない、（株）ウイジンが受託して整備した。また、それに先行して東京電力への申請と受電施設の整備を（株）石田電業社が受託して実施した。さらに、通信システムの構築にあたり、現地に光回線を導入した。

### (7) 結果の概要

#### ① 観測施設の整備

ヌタノ沢は、中川川本流の右岸側にあり、本流に合流する手前で2支流に分かれるが、両支流の最下流の既設治山堰堤の下流側に量水堰を2基設置した。設計は、現場条件や観測条件から適用が難しい箇所を除いて、原則治山技術基準に準拠した。

#### ○工事概要

工期：H22.10.6－H23.2.28

竣工額：9,922,500円

工種（沢A）：水路工(1=6.85m)、副堤(12.9m<sup>3</sup>)、水叩き(9.3m<sup>3</sup>)

工種（沢B）：水路工(1=6.85m)、副堤(10.8m<sup>3</sup>)、水叩き(9.7m<sup>3</sup>)、ブロック積工(19.1m<sup>2</sup>)

#### ② 気象・水文観測システムの整備

各量水堰に水文観測箇所、近傍に気象観測箇所を1地点設けた。水文観測及び気象観測の仕様は、大洞沢や貝沢と同様の計測項目、計測仕様とした。

電源は、県道沿いの既設電柱から受電設備に受電し、受電設備から電源ケーブルにて各観測地点に供給するシステムとした。通信は、県道沿いの既設の光通信施設より受電設備まで光ケーブルを延長し、受電設備から各観測地点へ光ケーブルを敷設した。

これらにより、現地で自動観測しデータも保存するとともに、自然環境保全センター内のパソコンと定期的にデータの同期をとりデータを保管するシステムとして構築した。また、ネットワークカメラを箇所設置し、量水堰の状況や上流の状況をインターネットで随時閲覧できるほか、10分おきに静止画像としてバックアップできるようにした。

#### ○観測概要

・全体流域面積 7.0ha

・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）

沢A（3.9ha）、沢B（2.9ha）

・常時監視

各ネットワークカメラにより溪流の状況把握や監視を行うとともに、解析用に画像を保存する。

(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。

を

(9) 成果の発表

なし

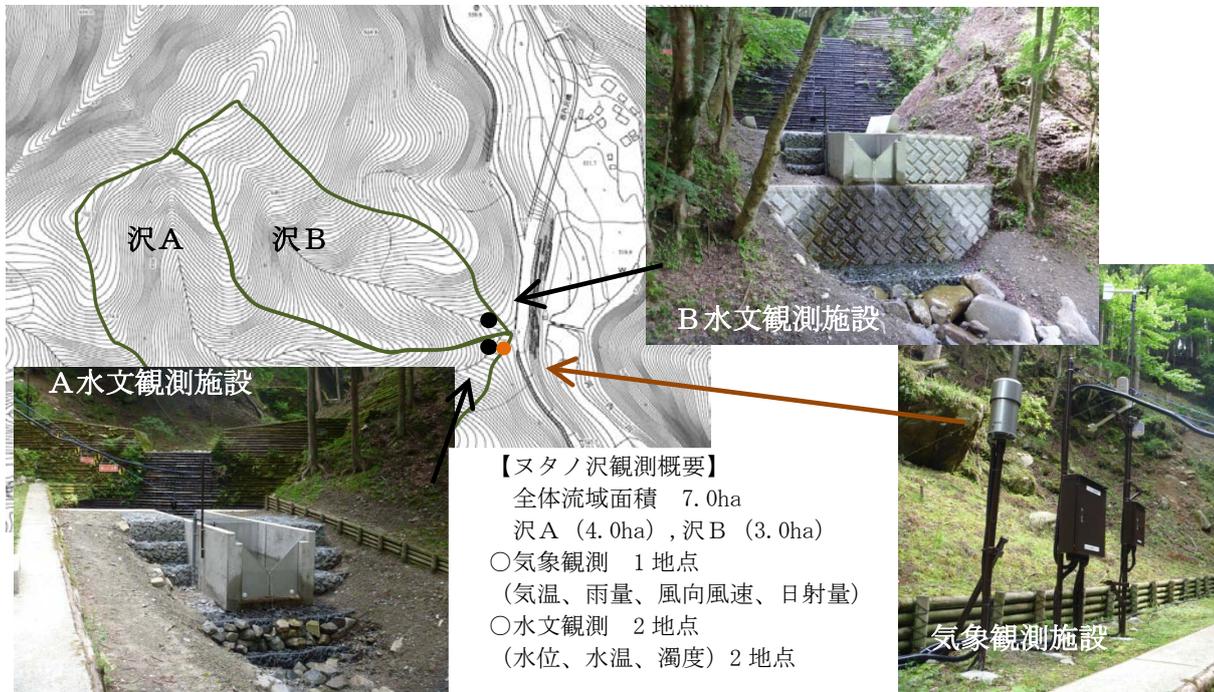


図1 ミタノ沢における気象・水文観測の概要

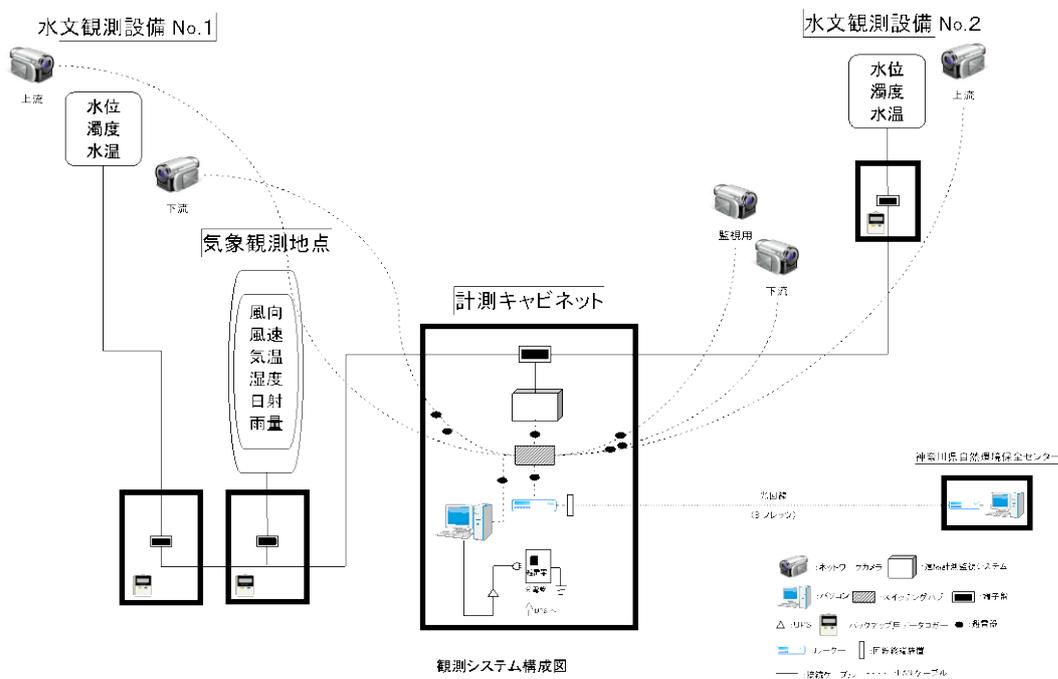


図2 ミタノ沢における気象・水文観測システムの概要

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
Ab 対照流域法等によるモニタリング調査－観測施設保守－
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 内山佳美

### (5) 目的

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、試験流域に整備した気象・水文観測施設及びシステムについて、保守管理を行いながら継続してモニタリングの基盤データを取得する。

### (6) 研究方法

平成20年度及び21年度に整備した大洞沢と貝沢の気象・水文観測施設について、通年の保守管理を行いデータ蓄積するとともに、一部改良を行った。

#### ① 現地の観測施設の保守管理と改良

大洞沢では、通常の保守管理を行うとともに、防犯対策として委託により監視カメラを設置した。本業務は、（有）川入でんきが受託した。

平成21年度に観測施設を整備した貝沢では、定期的な点検保守を委託により実施した。本業務は、（株）ウイジンが受託した。

#### ② 自然環境保全センター内のシステム整備

インターネット回線による観測データの自動回収システムに加えて、自然環境保全センター内にパソコンに保存したデータを自動データベース化するシステム構築を委託により実施した。これにより、別のシステムでデータ回収している大洞沢と貝沢の観測データを一括管理することが可能となった。さらに、これらの観測関連の情報機器を研究棟2階の情報室に集約するとともに、そのために別の部屋に導入されていた既存の光回線の付け替えを行った。データベースシステム構築は、（有）ネプスが受託し、光回線の付け替えは、小倉電工が請け負った。

自然環境保全センター新本館1階の展示スペースの一角に対照流域モニタリングの展示コーナーを設けて、パソコンモニターに観測状況をリアルタイムで表示するデータ公開システムを整備した。整備にあたり、新たに本館1階に光回線を導入した。

### (7) 結果の概要

観測施設の保守管理により確実に観測データを取得したほか、自然環境保全センター側のデータ回収・管理システムやデータ公開システムの充実を図った。

#### ① 観測の実施

大洞沢と貝沢において、通年常時観測を行った。平成22年度は観測に支障をきたすほどの土砂流出は無く、安定してデータを取得することができた。

#### ② 観測施設の改良

大洞沢の観測機器収納用コンテナハウス付近に2台、N0.3とN0.4の量水堰にそれぞれ1台ずつ、計4台監視カメラを設置した。コンテナハウス付近の監視カメラは、防犯対策のためコンテナハウスを映すように2台を向き合わせて設置した。量水堰の監視カメラは、水文観測における異常を確認するために、上流から堰のノッチ付近一帯を映すよう量水堰の上流端付近に設置した。監視カメラの映像は、専用のレコーダーに記録されるほか、インターネットに接続しているパソコンならIDとパスワードを入力することによりどのパソコンからも映像を見ることができるようになった。

#### ③ 自然環境保全センター内のシステム整備

現地の観測データを自然環境保全センター内のパソコンに自動的にデータベース登録するシステムを構築した。観測データは、自然環境保全センター内のデータ管理用パソコンから現地のパソコンに定期的に自動接続して、所定のホルダーにcsv形式で保存した。さらに月に1回、データベース登録のプログラムを自動実行させることにより新規データをデータベース登録した。データベースには、Oracleを用いた。（詳細は、委託報告書参照）

(8) 課題

- ・観測データの自動回収と自動データベース登録システムについては、今後も稼動状況を確認し、個々のシステムエラーに対応しながら、システムを作り上げていく必要がある。また、ヌタノ沢の観測データについても、大洞沢、貝沢と同様にデータベース登録できるようにシステムに組み込む必要がある。

(9) 成果の発表

なし



写真1 監視カメラ設置状況

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
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（水・土砂）
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：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

### (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、宮ヶ瀬湖上流大洞沢及び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、愛甲郡清川村煤ヶ谷地内（大洞沢流域）及び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、東京大学（以下項目の①）及び東京農工大学（同、②、③）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）

#### ① 大洞沢における水収支及び流出特性

##### a. 水収支

大洞沢流域内のNo1(48ha)、No3(7ha)、No4(5ha)の3流域を対象とし、水収支を把握するため、降水量、流出量、樹冠遮断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。

##### b. 流出特性

大洞沢流域内のNo1(48ha)、No3(7ha)、No4(5ha)の3流域の流量データを元に、流況曲線、直接流出量の解析を行うことによって大洞沢の流出特性について検討した。

##### c. 水質形成機構

大洞沢流域の降水、林内雨、樹幹流、渓流水の水質観測を行い、水質形成の特性を把握するために物質収支を算出した。

#### ② 大洞沢における土砂流出動態

##### a. 掃流・浮遊土砂の発生源

流域の土砂発生源を特定するために、大洞沢観測流域内のNo. 3及びNo. 4流域について50cm四方の植生調査プロットを設定し、林床被覆、林分特性、下層植生の出現種とバイオマス量、土壌調査を行った。林床被覆状態は、裸地、リターのみ少、リターのみ多、植生被覆40%以下、植生被覆40～80%、植生被覆80%以上の6段階の被度に指数化した。また、流域内には、1983～1985年の人工林植栽と同時に設置された植生保護柵が残存しており、現況の林床植生に与える影響を把握するために位置の特定等を行った。

##### b. 流出プロセス

大洞沢流域の流出メカニズムを解明するために、2009年に実施したNo. 1流域内の湧水点の広域調査を踏まえて、2010年8月にNo. 3及びNo. 4流域内の溪流と各湧水に水温ロガーを設置し、10分間隔で記録した。

##### c. 掃流土砂流出

2009年に引き続き、2010年6月24日、9月21日、11月8日に量水堰に堆積した土砂量を測定した。

##### d. 浮遊土砂流出

セシウムと鉛の放射性同位体核種をトレーサとして浮遊土砂の起源を検討するために流域内で土壌サンプルを採取し分析を行った。あらかじめトレーサとしての有効性を検討するために、2010年6月4日と25日に流域内の尾根と裸地斜面と量水堰に隣接する沈砂地内において土砂

サンプルを採取した。尾根では周囲に植生があり過去30から50年程度土壌侵食や流出かく乱の影響が小さいと考えられる2箇所を基準地1、基準地2とした。基準地の比較対照として林床植生及びリター被覆の少ない土壌侵食の影響をうけた傾斜30度の斜面1箇所でもサンプル採取した。

また、流域スケールにおける侵食量を推定するために流域内の58箇所のプロットで土壌サンプルを採取した。

③ 貝沢における水収支及び水質形成機構

a. 水文観測

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。水収支等を正しく評価するためには観測の精度を確保することが重要であるため、観測値の確認のために、降水量についてはアメダス相模湖と比較した。さらに、実測により水位-流量換算式を検討した。

b. 水質形成機構

貝沢の整備後の変化を評価するために、渓流水質とあわせて林内雨、土壌水を定期的に採取し水質分析することによって現状の水質形成機構を検討した。

(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。

貝沢では、新設した観測システムによる観測データを解析したところ、いくつかの課題も明らかになり、早急に対応する必要がある。

個別調査ごとの主な結果は以下のとおりである。（詳細は受託研究報告書参照）

① 大洞沢における水収支及び流出特性

a. 水収支

大洞沢の3流域における降水量・流量観測結果、深部浸透量推定の結果から、表1のように水収支が得られた。降水量から流出水量と深部浸透量を差し引いた量が蒸発散量であると考えられ、566mm～777mmであると推定された。この内、500～600mm程度が樹冠遮断量であると考えられる。これまでに推定されている関東周辺の森林流域の年蒸発散量は、およそ700mm～900mmであり、No1、No4の蒸発散量はこれと比較して妥当な値であると考えられた。

表1 2010年1月から12月までの大洞沢 No1、No3、No4 流域における水収支

	(mm/year)			
	降水量	流出水量	深部浸透量	蒸発散量
No1 (48ha)	3131	2327	27	777
No3 (7ha)	3131	1840	725	566
No4 (5ha)	3131	3502	-1103	731

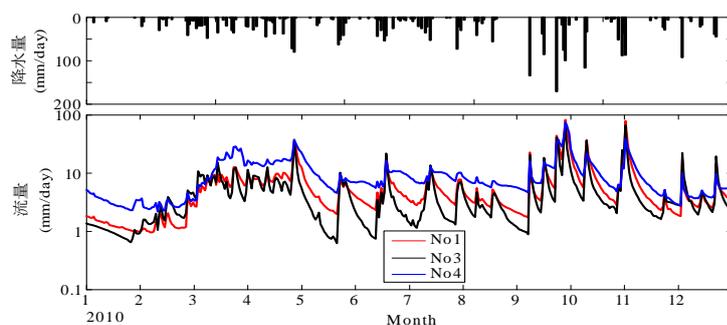


図1 大洞沢におけるNo1、No3、No4流域のハイドログラ

## b. 流出特性

流量は、No4、No1、No3 の順で大きく、ハイドログラフはどれも一致しなかった（図1）。降水時の流出の応答は、どの流域でも同様に立ち上がり、ピーク流量は同程度であった。ピーク後の流出量の低減は、No3流域の傾きが大きく、素早く低下している。それに対し、No4流域はピーク後の流出量の低下は緩やかであった。No3は深部浸透による損失量が大きく、No4は逆に地下からの流入量が大きいため、基底流出量に差が生じ、流出量低下時のハイドログラフに違いが見られると考えられる。

流況曲線は3流域で異なり、豊水時、渇水時ともにNo4流域の流量が大きかった（図2）。それに対し、No3流域では常に3流域の中で最も小さかった。基底流出はNo4、No1、No3の順で大きい。この違いは、流域からの深部浸透による損失量の違いによると考えられる。No1流域は深部浸透量が少ないという結果が得られており、大洞沢流域における平均的な流量であると言える。

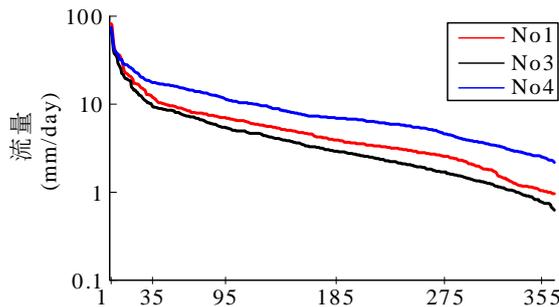


図2 大洞沢における No1、No3、No4 流域の流況曲線

No1、No3、No4における降水量に対する直接流出量を図3に示す。3流域において降雨イベントの総降水量が大きいほど直接流出量は大きいという結果が得られた。しかし、変動の特性に関しては流域間で違いが見られた。No1、No3流域は、総降水量が100mmまでは直接流出量がわずかに増加し、100mmを超える降水量の時に降水量に対して1:1の割合で増加した。それに対して、No4流域では、150mmを超える降水量のと

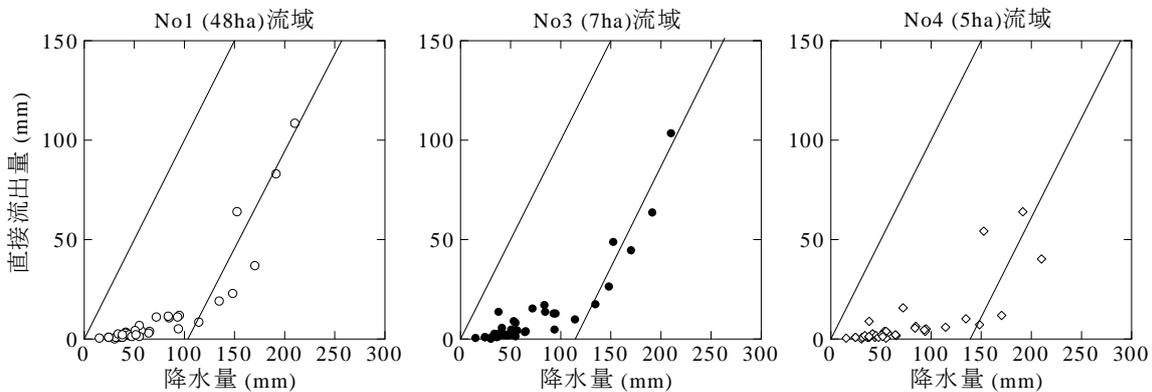


図3 大洞沢 No1、No3、No4 流域における降水量と直接流出量の関係

きに直接流出量が増加した。直接流出率は No1、No3、No4 それぞれの流域で 0.3~51%、0.5~49%、0.4~35% であり、それぞれの平均は 17%、17%、10% であった。No4 流域は、降雨初期の基底流出量が多いこと、さらに、水収支から、表面地形による集水面積に対して地下部の実際の集水面積が大きいと考えられ、表面地形によって集められる降雨時の流出量の割合が小さくなることで直接流出率が低い原因として考えられる。この結果から、小流域では、隣接する流域で、流出特性が大きく異なることが明らかになった。

## c. 水質形成機構

ほとんどの溶存物質で、林外雨の濃度に比べて林内雨・樹幹流の濃度が増加した。林外雨から、林内雨・樹幹流への濃度上昇は、樹冠に付着した乾性沈着成分によるもの、また葉からの溶脱によると考えられる。特に、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ は広葉樹林下の林内雨の方が針葉樹よりも高い濃度を示した。

渓流水中の平均  $NO_3^-$  濃度は、流入濃度に対して高濃度であった。 $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ においては、流入濃度よ

りも流出濃度が大きく増加しており、流域内での風化による溶出の影響であると考えられる。さらに、これらの3成分において、No1、No3、No4での濃度を比較すると、No3、No1、No4の順に大きくなった。水収支の観測結果で述べたとおり、流出水量はNo4が最も多く、続いてNo1であり、No4の流域は地下で隣接する流域から流入する量が多い。Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>のような風化起源の物質は、水に接触した時間が長いほど、濃度高くなるため、No4は、一旦地下深くに浸透して流出する成分が多いことが考えられる。

渓流水中の溶存物質濃度の季節変化を図3に示す。Cl<sup>-</sup>の流出濃度はわずかに夏に濃度が高く冬に低い傾向が見られたが、どの溶存物質も、明確な季節変動は見られなかった。これは、季節による流量や蒸発散量の変動、植物による養分吸収などの影響に対して、渓流水濃度の変動が小さいことを示している。渓流水へのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出は、季節変動は見られず、一年を通して高濃度で安定していた。この結果から本流域が窒素飽和に近い状態である可能性が示された。

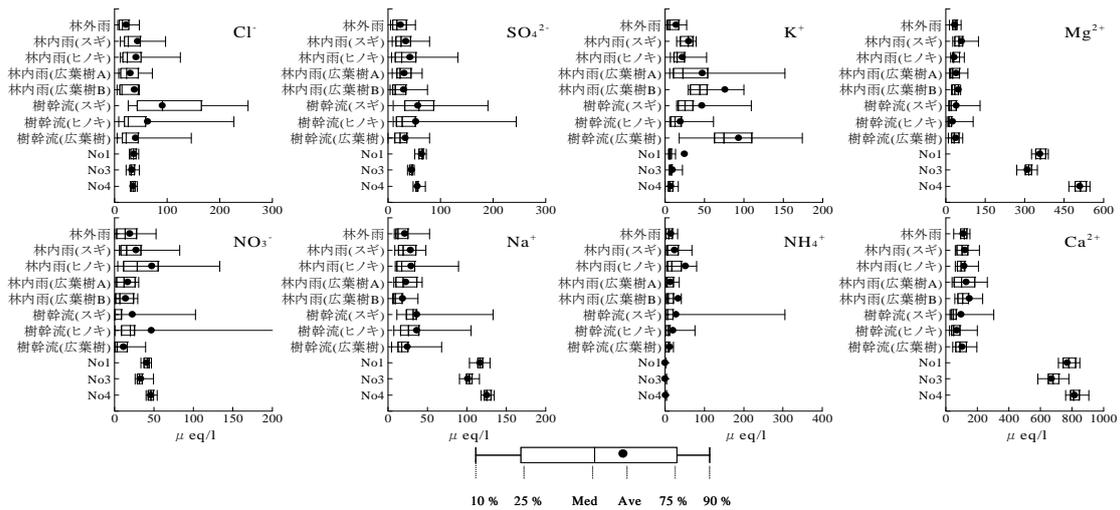


図4 大洞沢における林外雨、林内雨、樹幹流、渓流水の溶存イオン濃度

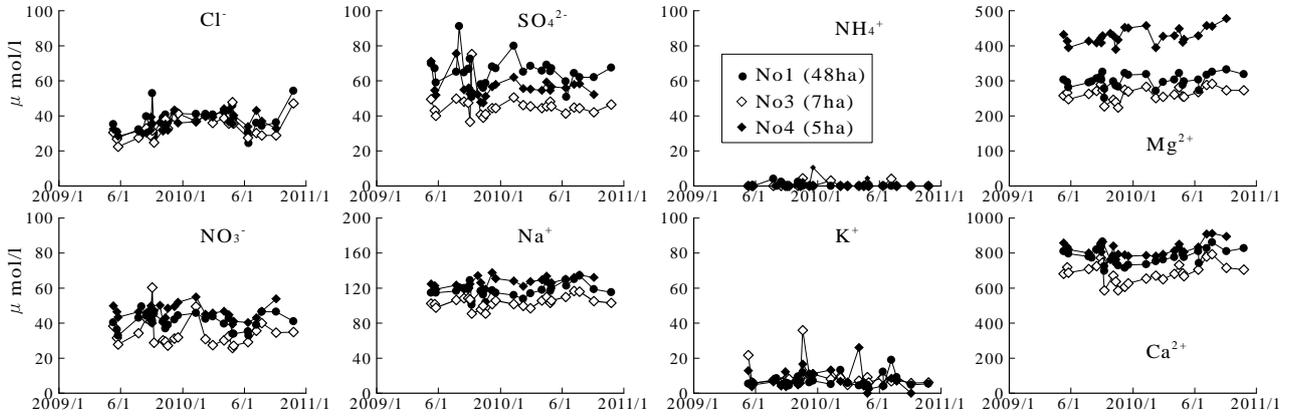


図5 大洞沢における渓流水の溶存イオン濃度の変動

表2 大洞沢における溶存イオンの物質収支

2010/1/1-2010/12/31

	流入		流出		
	林外雨	林内雨+樹幹流	No1	No3	No4
雨量・流量 (mm)	3131	2532	2327	1840	3502
Cl <sup>-</sup> (kg/ha)	21.6	30.4	30.0	21.6	44.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kg/ha)	34.6	32.7	58.7	38.1	99.9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (kg/ha)	31.9	44.2	23.8	39.5	31.5
Na <sup>+</sup> (kg/ha)	13.9	17.1	62.3	43.0	101.1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kg/ha)	8.2	10.5	0.2	0.2	0.5
K <sup>+</sup> (kg/ha)	18.7	28.0	6.4	6.6	10.3
Mg <sup>2+</sup> (kg/ha)	12.7	13.9	101.0	69.5	216.8
Ca <sup>2+</sup> (kg/ha)	65.9	66.3	358.3	246.9	574.0

2010年1月1日から2010年12月31日までの $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の物質収支を表2に示す。

$\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ の収支は、流域における窒素循環を把握するため、また渓流水の水質を評価する上で重要である。大洞沢では、 $\text{NO}_3^-$ -Nと $\text{NH}_4^+$ -Nを合わせたN流入量は、林外雨による湿性沈着成分が14.2 kgN/haに対して樹冠を通過した林内雨・樹幹流による流入量は15.5 kgN/haとわずかに流入量が増加している。窒素流出は、 $\text{NH}_4^+$ の形態ではほとんど流出せず、 $\text{NO}_3^-$ の形態で流出していた。No1、No3、No4のN流出量はそれぞれ13.2、87、22.5 kg-N/haであった。N流入量が、10 kgN/ha/yrを超えると、窒素飽和が起こる可能性があると言われており (Mitchell et al., 1997; Wright et al., 1995)、15 kgN/ha程度の流入量が観測された大洞沢は、窒素沈着量の多い地域であると考えられる。N流出量も大洞沢を代表するNo1流域で10kgN/haを超えており、窒素飽和に近い可能性があり今後流域内の水質形成機構を調査し、流出する窒素濃度が高い原因を究明することが必要である。

どの物質も、林外雨による湿性沈着量に比べ、樹冠通過後の物質流入量が増加しており、乾性沈着成分が無視できないことが示された。特に、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ の増加量は大きく、海塩由来成分の $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 流入や、葉からの $\text{K}^+$ の溶脱による影響が大きいと考えられる。

$\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ は、風化起源の物質であるため、流域内を水が通過する時に土壌や岩石から溶出する。そのため、流入量よりも流出量が大きくなると考えられる。また、 $\text{K}^+$ は、流入量よりも流出量が小さかった。 $\text{K}^+$ は樹木の栄養となる物質であり、流域内で吸収されていると考えられる。

#### ④ 大洞沢における土砂流出動態

##### a. 掃流・浮遊土砂の発生源

大洞沢流域内のNo. 3、No. 4流域内に2009、2010年の2回の調査によって58箇所のプロットで植生等の詳細に調査したところ、図7のような被度の分布となった。被度1～3の植生被覆のないプロットは残存する植生保護柵の外の広葉樹に分布し、特に裸地は、河道沿いの急勾配斜面に分布していた。また、被度の高いプロットは、尾根沿いの人工林で過去に植生保護柵で囲まれていた箇所で多く見られた。しかし、現状では、残存する植生保護柵の内外ともにシカの嗜好性種や耐性種が優先していた。

各植生プロットで得られたデータから、植生被覆と林内環境の関係を検討した。被度と相関関係が見られたのは、樹冠開空率とバイオマス量、土柱高であり、相関が認められなかったものは、リター厚、勾配、土壌水分、土壌硬度、土壌密度であった。

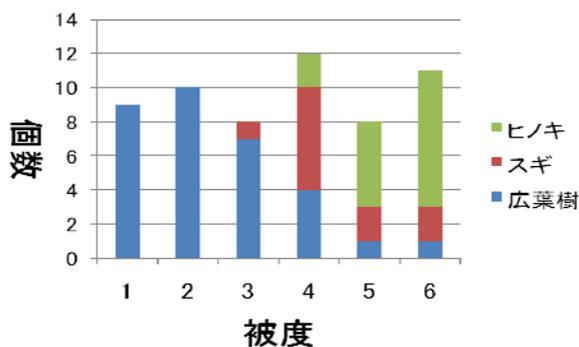


図6 被度別立木樹種別プロット数

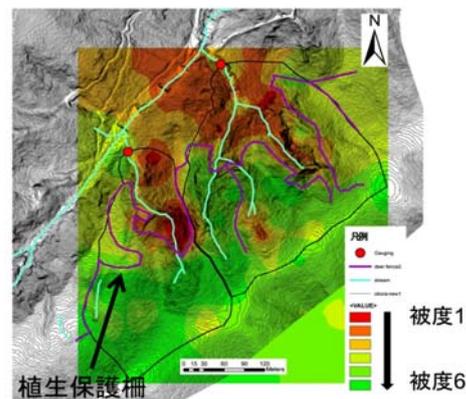


図7 林床被覆分布図

##### b. 流出プロセス

大洞沢流域内のNo. 3、No. 4流域内の流量変化、水温測定結果、降雨中の水温変動について示した。水温は、両流域とも流域末端で標準偏差が最も小さくなり、地下水の影響を受けていることが考えられた。降雨中は、降雨と流量の増加に伴い全体的に水温が上昇したが、地点によって急激な上昇が見られた箇所とほとんど水温の変化のない箇所があった。特に水温が急激に上昇した流域No. 3のs1は、雨由来の素早い流出の寄与が大きく、流域No. 4のs2は、ほとんど水温の変化が無く地下水の涵養量が大きいと考えられた。

これらの結果から、2009年の広域調査で大洞沢流域の右岸側と左岸側の流出プロセスに違いが認められたように、流域No. 3と流域No. 4で流出水形成プロセスに違いがあることが認められた。

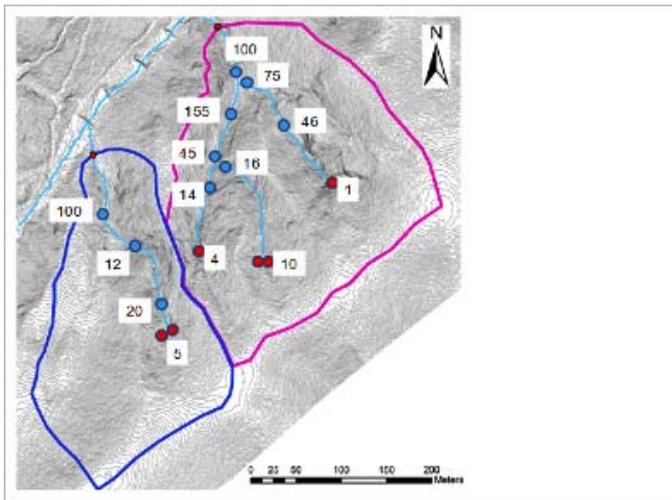


図8 流域 No.3、No.4 の流量変化

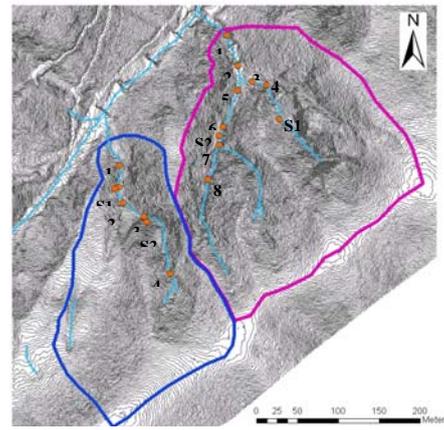


図10 水温測定地点

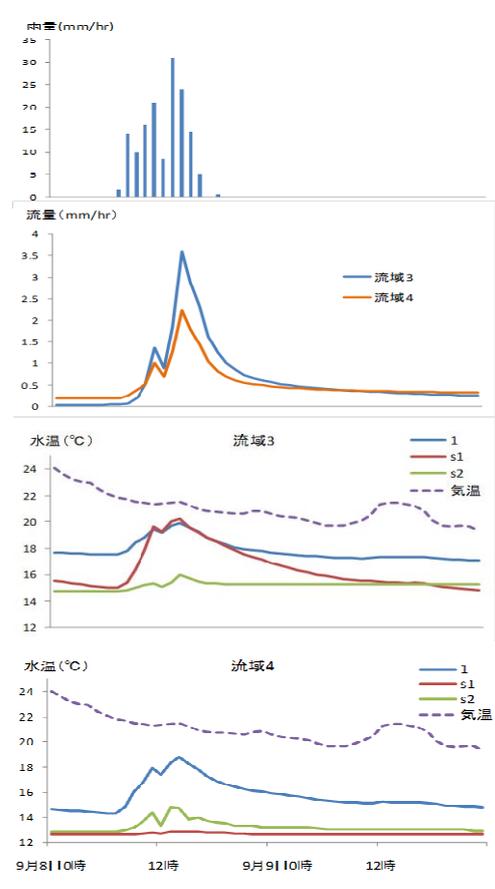


図9 2010年9月8日0時から9月23日の雨量、流量、水温変化

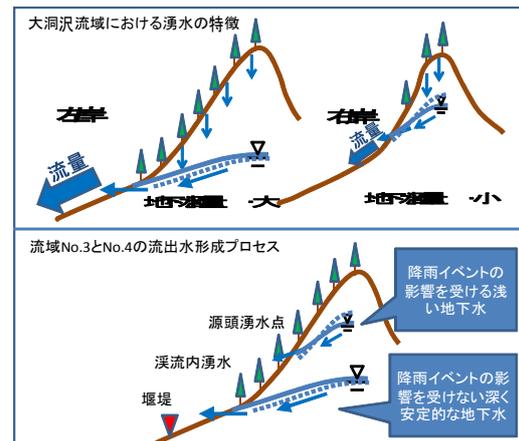


図11 大洞沢及び流域 No.3、No.4 流域における流出特性の模式図

表3 水温測定結果

流域3	s1	s2	1	2	3	4	5	6	7	8
最高水温(°C)	20.5	16.1	20.7	23.8	20.4	20.9	21.5	22.4	22.6	21.2
最低水温(°C)	12.9	13.3	13.7	13.3	13.0	12.9	13.5	13.4	13.4	13.7
平均値(°C)	14.6	14.5	16.7	17.7	16.2	16.7	17.4	16.9	17.5	17.5
標準偏差	1.0	0.6	1.5	2.8	1.6	2.0	1.9	1.6	2.0	2.0
流域4	s1	s2	1	2	3	4				
最高水温(°C)	13.0	16.0	19.0	21.9	22.2	18.9				
最低水温(°C)	12.6	12.6	12.8	13.3	13.1	12.9				
平均値(°C)	12.7	12.8	14.4	16.9	17.3	15.5				
標準偏差	0.0	0.2	0.8	1.9	2.2	1.5				

c. 掃流土砂流出

2010年9月21から11月8日の期間には、2年間で最大となる流量ピークが2度あり流域No.3で1.1m<sup>3</sup>の堆積があったが、流域No.4では0.1m<sup>3</sup>しか堆積はみられなかった。

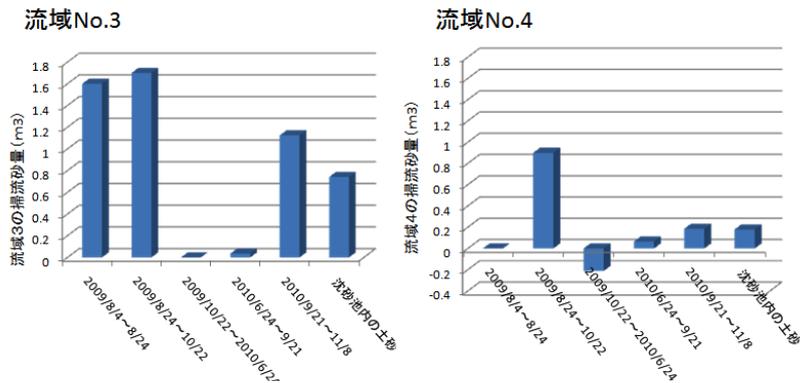


図12 流域No.3と流域No.4における掃流土砂移動量

d. 浮遊土砂流出

基準地1および2では、セシウム-137は地表面から深さ5~10cmで最高値になった。過剰鉛-210の濃度は地表面から深さ0~5cmで最高値になった。一方、裸地ではセシウム-137と過剰鉛-210はどちらも基準地より50~80%低い値を示していた。裸地では、セシウム-137は表層でピーク値をとり、深度とともに減少し、過剰鉛-210は2.5cmの深度ピークを示していた。

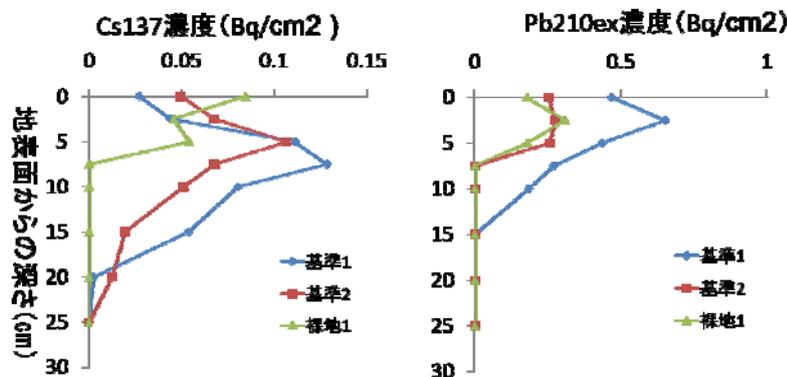


図13 137Csと210Pbexの濃度の深度分布

⑤ 貝沢における水収支及び水質形成機構

a. 水文観測

貝沢の気象観測地点2地点の雨量観測値について、近傍のアメダス相模湖のデータと比較した。その結果、貝沢の雨量はアメダス相模湖の雨量よりも少なく、日雨量で20ミリほどの差があった。このため、貝沢の雨量データは、周囲の立木の樹冠の影響を受けていると考えられた。

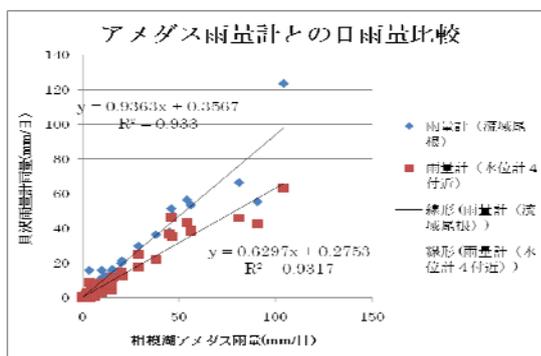


図14 アメダス雨量計との日雨量比較

量水堰越流水の全量補足調査を行い、量水堰における水位—流量換算式（HQ 式）作成を行った。HQ 理論式は三角堰の流量計算式である、流量が越流水深の 2.5 乗に比例するものとして係数を決定した。また、係数決定に際しては、越流水深 0 m が実水位でいくらに当たるかを現場での観測で調査し、この値を参考に実測流量を水深 0 に外挿することで決定した。

この方法で決定した HQ 式は、沼知式とほぼ同じ結果を示したが、水位計 1 では若干沼知式と異なる形となった。今後も定期的に HQ チェックを行うのと同時に量水堰の水漏れなど目視で確認する必要がある。

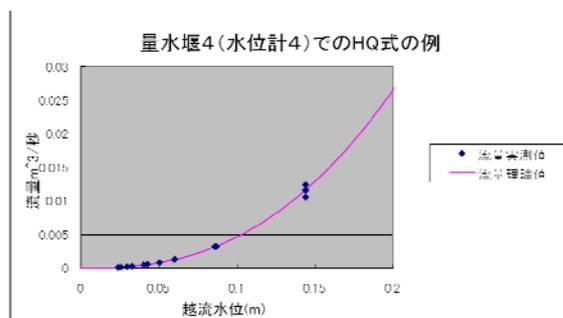


図 15 水文観測地点 No.4 における HQ 式の例

尾根部雨量計の値を流域雨量、現在まで算出中の HQ 式を堰の流量換算式とすると、図 16 のようなハイドログラフ、ハイレトグラフとなった。図 16 では量水堰 4（水位計 4）の例を示しており、流量、雨量とも日単位水高換算してある。このグラフから設定した流域では降雨に対して速やかな流量の増加があり、無降雨中の流出 2 次ピークは現在までの観測事例からは発生していないことが読み取れる。また図には水位の 2.5 乗に比例するという計算式（実測式）と沼知式での流量計算結果を併記したが、両者はほぼ同じ計算結果となることが読み取れる。

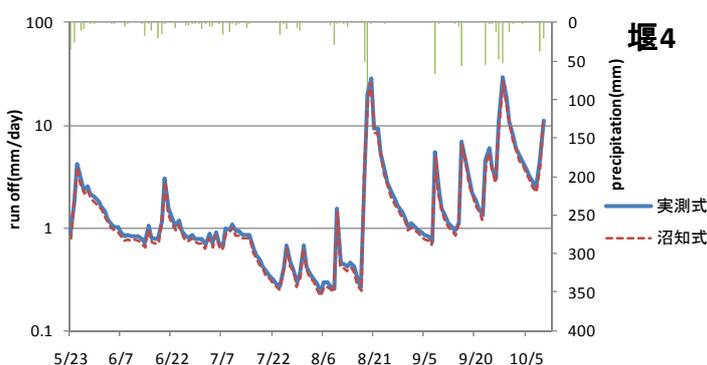


図 16 水文観測地点 No.4 におけるハイドログラフ

#### b. 水質形成機構

ここでは、水質形成のうち富栄養化の原因にともなり、森林の水質浄化機能を把握するうえで重要な窒素を中心に主な結果を示す。

対照流域とする 3 つの支流における渓流水の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の季節変化を図 17 に示す。3 つの流域と早春と夏季に若干濃度が上昇する傾向がみられ、融雪および降雨の多い時期に流出窒素濃度が高くなる、アジアモンスーン型の流出傾向であった。その他の貝沢流域内の小流域もほぼ同じ季節変動を示したことから、対照流域が特殊な季節変化を有する流域はないことがわかった。貝沢周辺の渓流水における  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の単純平均濃度は、約  $0.07\text{mmol/L}$  となり、丹沢山地よりもやや平均濃度が高かった。

貝沢の 3 つの対照流域における林内雨の  $\text{NO}_3\text{-N}$  および  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度は、明瞭でないが夏季に高い傾向が見られた。特に、No.3 流域で、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度が高めであった（図 18）。これについては、地形要因等から、地位の高い肥沃な立地でスギ林冠から無機態 N 溶脱が多いことが影響している可能性が考えられた。

土壌水の無機態 N は深さ 10cm および 30cm とともに大部分が陰イオンの  $\text{NO}_3\text{-N}$  であり、陽イオンの  $\text{NH}_4\text{-N}$  は無降雨時にはほとんど検出されなかった。これは、表層土壌の負荷電が陽イオンを

吸着する能力が高く、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は土壤水に溶出せず、普段は吸着保持されていることを示唆している。土壤水の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の季節変化は明確に夏季に高くなり、有機態 N の無機化が盛んになる温度が高く雨の多い（水分が十分に存在する）条件下で、無機化で生じた  $\text{NH}_4\text{-N}$  がさらに硝化されて  $\text{NO}_3\text{-N}$  として土壤水に現存していること示している。

貝沢の3つの対照流域における水の伴う窒素移動量を図 19 に示す。小流域の窒素収支としては、いずれの流域も流入（林外雨）に対して流出（渓流水）が少なく、生態系外部からもたらされた窒素を吸収し、循環系に取り込む水質浄化機能を有していた。しかしながら、No.3 流域では、流入と流出の差分がわずかであった。3つの対照流域の中で No.3 流域は、地形要因等から硝化活性が高い立地と考えられるが、比較的高齢で巨木林を目標に低密度に整備されているため、土壤の窒素無機化・硝化速度に対して吸収量が十分に高くはない状況にあると考えられた。

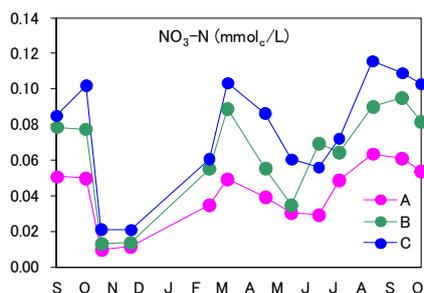


図 1 7 渓流水  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の季節変化

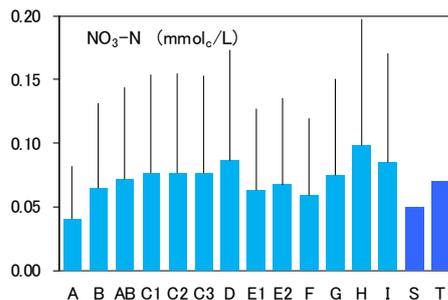


図 1 8 渓流水の平均  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度  
S:底沢、T:栢谷沢

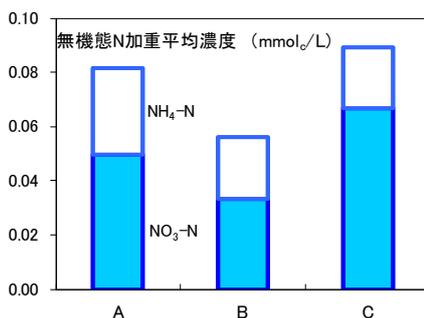


図 1 9 林内雨の  $\text{NO}_3\text{-N}$  加重平均濃度

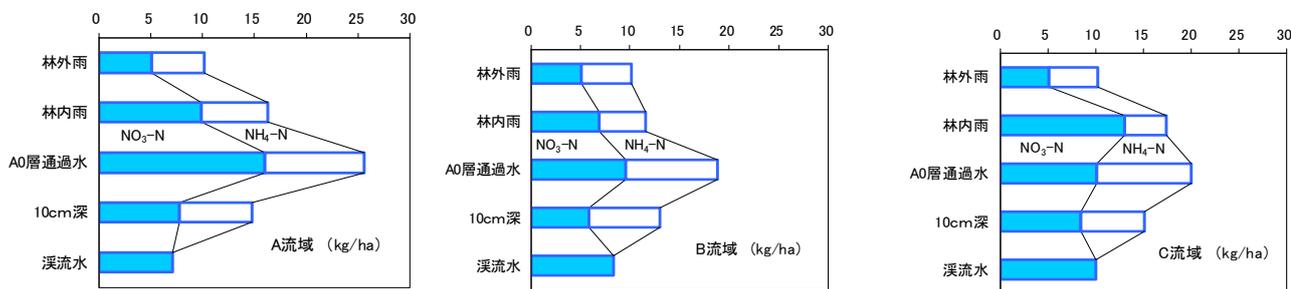


図 2 0 3つの対照流域における水移動に伴う N 動態

林外雨：相模湖近辺での観測データより推定

林内雨：毎月の水量に濃度を乗じ算出

A<sub>0</sub>層通過水・10cm深：スギ林でのイオン交換樹脂への吸着量を積算

渓流水：流出水量のデータから不足な期間の水量を推定し、毎月の濃度を乗じ算出

**(8) 課題**

・大洞沢は平成23年度、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、それまでに整備の事後評価を可能にするための現況評価を十分に行う必要がある。

**(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

- (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  
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（生きもの）
- (2) 研究期間 平成19年度～平成23年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）
- (4) 担当者 山根正伸・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、宮ヶ瀬湖上流大洞沢及び相模湖支流貝沢、丹沢湖上流ヌタノ沢につ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、対照流域試験地において、流域の森林の状態の影響をうける溪流生物について調査を行った。溪流藻類は、湘南短期大学（以下項目の①）への受託研究で、中大型哺乳類については（株）野生動物保護管理事務所が受託して実施した。なお、大洞沢と貝沢の底生動物調査については、平成22年度は新たな調査は実施していないが、平成21年度までの調査結果を中間報告として取りまとめた。

#### ① 溪流藻類事前モニタリング

溪流の環境は流域の森林の影響を受けており、特に藻類は、光環境や溪流の流量・土砂流出の影響を直接受けている。ところが、これまで森林機能による水生生物への影響を評価した事例は底性動物の数例のみであり、山地溪流における付着藻類の知見は乏しい。対照流域モニタリングにおいては、目録調査のみでなくできる限り環境因子との関係性に注目した。大洞沢の対照流域各2地点、貝沢の2地点において調査を行った。

環境因子として、気温、水温、水素イオン濃度（pH）、電気伝導率、光量子束密度及び周辺の森林環境の状況等の調査を現地で実施した。

石面上の付着藻類の採取は、調査地で一辺がほぼ10cm大で藻類の石面付着率が平均的な石礫3個を選定し1石あたり5×5cmのコドラート面積設定し、コドラート外側を定性分析用、コドラート内側を定量分析用の試料として採取した。

石面より採取した試料を良く攪拌し均一化した後、分取した付着生物の定性・定量用の試料にはグルタルアルデヒド（1 V/v %）を添加しその場で固定した。また、色素等の分析用の試料は固定しないでクーラーボックスで冷蔵保存して実験室に移送し、前処理（1日以内）した後、測定（1ヶ月以内）まで冷蔵または冷凍保存した。固定した試料で沈殿量、有機物、無機物の測定等を行った。

#### ② 底生動物事前モニタリング（ヌタノ沢）

ヌタノ沢のA沢及びB沢について、底生動物（主に水生昆虫）の生息概況を調べた。幼虫調査は、2011年1月に定性的（見つけ採り）に実施した。成虫調査は、2010年11月から翌年2月にかけて月1回の頻度で灯火により採集した。また、現地で採集した底質を常温で通気し、そこから羽化した成虫を採集した。

#### ③ 中大型哺乳類の生息状況調査（フチヂリ沢）

対照流域法試験地である南足柄市のフチヂリ沢とクラミ沢の両流域について、既往資料調査、現地踏査、カメラトラップ法により中大型哺乳類の生息状況調査を行った。なお、大洞沢、貝沢、ヌタノ沢、寄水源林については、平成21年度に本調査は実施済みである。

### (7) 結果の概要

（詳細は各報告書のとおり）

#### ① 溪流藻類事前モニタリング

大洞沢及び貝沢について、平成22年4月、8月に調査を実施し、平成21年から4回にわたり四季のデータを得ることができた。それらのデータを総合的に検討した結果、現時点では、以下

のとおりであった。

・貝沢においては季節、調査地点を通して珪藻の *Cocconeis placentula* の優占率が高く、その結果季節間、地点間の群落構造の類似性が高くなっている。本珪藻は、付着器物に強く付着し水流に対して抵抗性を示す構造を有しており、これらの水域が本種しか優勢に生育できない特別な環境である可能性も考えられる。今後はこの認識を持って調査を続ける必要がある。

・大洞沢、貝沢及び両調査地点間ともに大きな相違は検証されなかった。降水量や気候の状況に関係なくデータが変動し、山地溪流として従来と同様の傾向が観察された。

・両森林系ともに、現在の環境においては大きな気候変動を吸収するだけの機能や修復機能に大きな相違は認めがたい。

## ②底生動物事前モニタリング

B沢で採集された水生昆虫類のうち、数年をかけて一世代を送るものは、トンボ類の数種、ヘビトンボ類の1種が採集された。一方、A沢では、このような化性をもつ水生昆虫類はこれまでに確認されていない。これは、B沢は、年間を通して表流水があり、乾燥期の冬季においても、河川水が枯渇することはないが、A沢は、冬季に表流水が枯渇し、一時的な水域であることが要因となっている可能性がある。この、一時的な水域を利用する水生昆虫類は、その化性を考えた場合、年1化性または2化性、あるいは多化性のライフサイクルをもつものと考えられる。それとは反対に、成虫になるまで数年を要する大型のトンボ類、ヘビトンボ類などの水生昆虫は、冬季に枯渇するような一時的な水域に生息し、生育することは難しいであろう。現時点では調査データが少なく断定は難しいが、数年をかけて生育する水生昆虫の生息の有無は、源流域のモニタリングとして有用な分類群となる可能性がある。

## ③中大型哺乳類の生息状況調査

資料調査および現地踏査とカメラトラップ法により確認された中大型哺乳類を表に示す。

現地踏査とカメラトラップ調査でノウサギ、ムササビ、ニホンリス、タヌキ、テン、イタチ、ツキノワグマ、イノシシ、ニホンジカの計9種を確認した。現地踏査による確認種は8種、カメラトラップ調査による確認種は6種であった。今回の確認種で特筆すべきなのはツキノワグマである。資料調査結果では、環境省の分布調査により近隣の5kmメッシュでは生息情報があるものの、これまで生息確認の報告はない。また特定外来生物に指定されているアライグマ、一般に外来生物と考えられ近年分布を拡大しているハクビシンの生息も今回の調査では確認されなかった。ただし両種とも冬季には活動性が低下するため、今回の調査結果をもって生息しないと断定はできないし、やがて分布域を拡大する可能性も考えられるため、今後もモニタリング調査を行う際には注意する必要がある。

資料調査結果には調査地域周辺の範囲も含まれるが、現地調査での確認がなく、資料調査のみでリストアップされた種には、ニホンザル、アナグマ、キツネがある。カメラトラップの写真が不鮮明ではっきりと同定できなかった中型動物があったが、既存資料では調査地域一帯に広く分布することから、キツネであった可能性がある。アナグマについても生息の可能性はあるが、カメラに一度も撮影されなかったことから本調査地内の利用頻度は低いものと推測される。ニホンザルについては、生息の可能性を否定できないが、食痕がまったく確認されなかったことから、群れが生息する可能性は低いものと考えられる。

## (8) 課題

・溪流生物調査に関しては、目録調査や現存量調査等は手法が確立されているが、モニタリングとしての手法は確立されたものが無いため、暫定的であっても手法を確立して効率的なモニタリングを実施する必要がある。

## (9) 成果の発表

なし

表1 大洞沢及び貝沢における付着藻優先種

大洞沢

流域3-St.1(対照区 上流)

調査日		第1優占種	%	第2優占種	%
秋季	2009 1108	<i>Cocconeis placentula</i>	58.3	<i>Achnanthes lanceolata</i>	29.2
冬季	2010 0216	<i>Gomphonema clevei</i>	29.3	<i>Achnanthes japonica</i>	19.6
春季	2010 0429	<i>Ach. lanceolata</i>	61.9	<i>Ach. minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	19.6
夏季	2010 0804	<i>Coc. placentula</i>	46.4	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	29.6

流域3-St.2(対照区 下流)

秋季	2009 1108	<i>Coc. placentula</i>	63.1	<i>Ach. lanceolata</i>	24.6
冬季	2010 0216	<i>Ulothrix</i> sp.(緑藻)	71.7	<i>Ach. min. var. minutissima - Coc. placentula</i>	6.7
春季	2010 0429	<i>Ulothrix</i> sp.(緑藻)	66.7	<i>Ach. minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	5.7
夏季	2010 0804	<i>Coc. placentula</i>	72.8	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	21.7

流域4-St.3(実験区 上流)

秋季	2009 1108	<i>Coc. placentula</i>	80.5	<i>Ach. japonica</i>	10.6
冬季	2010 0216	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	51.6	<i>Coc. placentula</i>	30.2
春季	2010 0429	<i>Ach. lanceolata</i>	60.7	<i>Ach. minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	24.9
夏季	2010 0804	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	91.1	<i>Coc. placentula</i>	5.2

流域4-St.4(実験区 下流)

秋季	2009 1108	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	70.0	<i>Coc. placentula</i>	11.6
冬季	2010 0216	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	51.4	<i>Coc. placentula</i>	21.1
春季	2010 0429	<i>Ach. minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	26.4	<i>Coc. placentula</i>	20.9
夏季	2010 0804	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	98.1	<i>Ach. minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	0.5

貝沢

St. 1

調査日		第1優占種	%	第2優占種	%
秋季	2009 1107	<i>Coc. placentula</i>	87.2	<i>Ach. lanceolata</i>	9.0
冬季	2010 0215	<i>Coc. placentula</i>	77.1	<i>Ach. lanceolata</i>	11.9
春季	2010 0428	<i>Coc. placentula</i>	71.0	<i>Homoeothrix janthina</i> (藍藻)	14.2
夏季	2010 0803	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	47.7	<i>Coc. placentula</i>	42.3

St. 2

秋季	2009 1107	<i>Coc. placentula</i>	56.7	<i>Nav. gregaria</i>	14.2
冬季	2010 0215	<i>Coc. placentula</i>	59.8	<i>Ach. lanceolata</i>	38.5
春季	2010 0428	<i>Ach. lanceolata</i>	30.7	<i>Chamaeshiphon minutus</i> (藍藻)	25.3
夏季	2010 0803	<i>Coc. placentula</i>	31.0	<i>Oscillatoria</i> sp. B	22.8

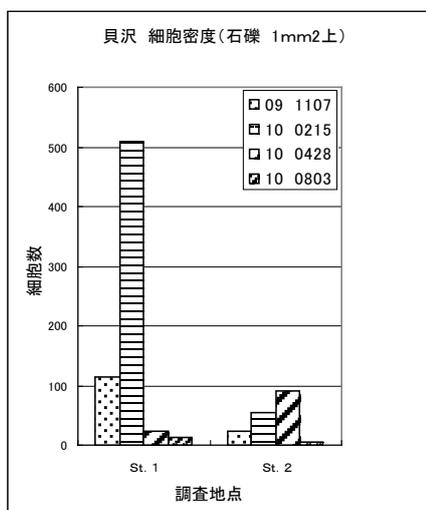
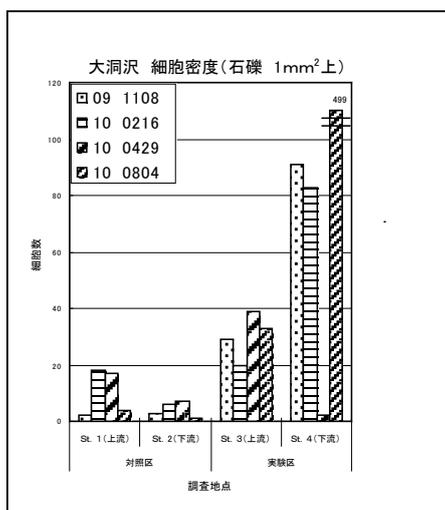


図1 大洞沢及び貝沢における付着藻類細胞密度 (石礫1 mm<sup>2</sup> 上)

表2 ヌタノ沢の底生動物 (2011、1、26)

目名	科名	種和名	学名	A 沢	B 沢	化性 (1 化/数年)	
カゲロウ目	ヒメフタオカゲロウ科	Ameletus 属の一種	<i>Ameletus</i> sp.	○	○		
		ヨシノコカゲロウ	<i>Alainites yoshinensis</i>	○	○		
		シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>	○	○		
	トビイロカゲロウ科	Paraleptophlebia 属の一種	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	○	○		
	モンカゲロウ科	フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>	○	○		
トンボ目	ヤンマ科	ミルンヤンマ*	<i>Planaeschna milnei</i>		○	○	
	サナエトンボ科	ヒメクロサナエ	<i>Lanthus fujiacus</i>		○	○	
	オニヤンマ科	オニヤンマ	<i>Anotogaster sieboldii</i>		○	○	
カワゲラ目	ホソカワゲラ科	ホソカワゲラ科	Leuctridae	○			
		オナシカワゲラ科	クロオナシカワゲラ	<i>Indonemoura nohirae</i>		○	
		Nemoura 属の一種	<i>Nemoura</i> sp.	○	○		
	ミドリカワゲラ科	ミドリカワゲラ科	Chloroperlidae		○		
	カワゲラ科	クロヒゲカワゲラ	<i>Kamimuria quadrata</i>		○		
	アミメカワゲラ科	トワダクサカワゲラ種群	<i>Isoperla</i> sp.	○	○		
		ヒロバナアミメカワゲラ	<i>Pseudomegarcys japonica</i>		○		
ヘビトンボ目	ヘビトンボ科	ヤマトクロスジヘビトンボ	<i>Parachauliodes japonicus</i>		○	○	
トビケラ目	アミメシマトビケラ科	PB シロフツヤトビケラ	<i>Parapsyche</i> sp. PB		○		
		シマトビケラ科	Diplectrona 属の一種	<i>Diplectrona</i> sp.		○	
	カワトビケラ科	Dolophilodes 属の一種	<i>Dolophilodes</i> sp.		○		
	イワトビケラ科	Plectrocnemia 属の一種	<i>Plectrocnemia</i> sp.	○	○		
	クダトビケラ科	Tinodes 属の一種	<i>Tinodes</i> sp.		○		
	カワリナガレトビケラ科	ツメナガナガレトビケラ	<i>Apsilochorema sutshanum</i>	○	○		
	ナガレトビケラ科	クラマナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kuramana</i>		○		
		Rhyacophila 属の一種 RM ?	<i>Rhyacophila</i> sp. RM ?		○		
	カクスイトビケラ科	ハナセマルツツトビケラ	<i>Micrasema hanasensis</i>		○		
	カクツツトビケラ科	オオカクツツトビケラ	<i>Lepidostoma crassicorne</i>		○		
		Lepidostoma 属の一種	<i>Lepidostoma</i> sp.	○	○		
	エグリトビケラ科	ヤマガタトビイロトビケラ	<i>Nothopsyche yamagataensis</i>	○			
	ホソバトビケラ科	Molanna 属の一種 (巢のみ)	<i>Molanna</i> sp.		○		
	ハエ目	ガガンボ科	Dicranota 属の一種	<i>Dicranota</i> sp.	○	○	
			Hexatoma 属の一種	<i>Hexatoma</i> sp.		○	
Pedicia 属の一種			<i>Pedicia</i> sp.		○		
Pilaria 属の一種			<i>Pilaria</i> sp.		○		
ヌカカ科		ヌカカ科	Ceratopogonidae		○		
ユスリカ科		Conchapelopia 属の一種	<i>Conchapelopia</i> sp.	○	○		
		Corynoneura 属の一種	<i>Corynoneura</i> sp.	○	○		
		Diamesa 属の一種	<i>Diamesa</i> sp.	○	○		
		Epoicocladius 属の一種	<i>Epoicocladius</i> sp.		○		
		Micropsectra 属の一種	<i>Micropsectra</i> sp.	○	○		
		Orthocladius 属の一種	<i>Orthocladius</i> sp.	○	○		
		Parametriocnemus 属の一種	<i>Parametriocnemus</i> sp.	○	○		
		Procladius 属の一種	<i>Procladius</i> sp.		○		
		Rheocricotopus 属の一種	<i>Rheocricotopus</i> sp.	○	○		
		Trissopelopia 属の一種	<i>Trissopelopia</i> sp.	○	○		
		Tvetenia 属の一種	<i>Tvetenia</i> sp.	○	○		
		エリユスリカ亜科 (若齢)	Orthoclaadiinae	○	○		
		ホソカ科	Dixa 属の一種	<i>Dixa</i> sp.	○	○	
		ブユ科	ミエミヤマブユ	<i>Eusimulium mie</i>		○	
		コウチュウ目	マルハナノミ科	Elodes 属の一種	<i>Elodes</i> sp.		○
	確認種数				25	43	4

表3 ヌタノ沢で採集された水生昆虫（カワゲラ目、トビケラ目、ハエ目ユスリカ科）成虫リスト

目名	科名	学名	和名(*:新称)	備考		
カワゲラ目	オナシカワゲラ科	<i>Amphinemura decemseta</i>	ジュッポンオナシカワゲラ			
		<i>Indonemoura nohirae</i>	クロオナシカワゲラ			
		<i>Nemoura cercispinosa</i>	<i>Nemoura cercispinosa</i>			
		<i>Nemoura cercispinosa</i> -complex undet.	トゲオナシカワゲラ種群	未記載種		
		<i>Nemoura fulva</i>	オナシカワゲラ			
		<i>Nemoura japonica</i>	ヤマトオナシカワゲラ			
		<i>Nemoura redimiculum</i>	ケフサオナシカワゲラ			
		ホソカワゲラ科	<i>Paraleuctra similis</i>	ニセオカモトホソカワゲラ		
		トビケラ目	ナガレトビケラ科	<i>Rhyacophila kiyosumiensis</i>	キヨスミナガレトビケラ	
				<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>	シコツナガレトビケラ	
<i>Rhyacophila</i> sp.	ナガレトビケラ科の1種					
カワトビケラ科	<i>Dolophilodes iroensis</i>	イロタニガワトビケラ				
	<i>Dolophilodes shinboensis</i>	シンボタニガワトビケラ				
コエグリトビケラ科	<i>Apatania</i> sp.	コエグリトビケラ属の1種				
ハエ目	ユスリカ科	<i>Boreochlus thienemannis</i>	ティーネマンキタフカユスリカ			
		<i>Conchapelopia esakiana</i>	キリヒメユスリカ	—		
		Tanypodinae sp.	モンユスリカ亜科の1種	—		
		<i>Brillia japonica</i>	ニッポンケフカユスリカ	—		
		<i>Corynoneura lacustris</i>	ミスウミコナユスリカ*	—		
		<i>Corynoneura lobata</i>	クロムネコナユスリカ	—		
		<i>Eukiefferiella yasunoi</i>	エサキテンマクエリユスリカ	—		
		<i>Heleniella</i> sp.	ウンモンエリユスリカ属の1種	—		
		<i>Hydrobaenus conformis</i> gr.	ホンフユスリカ*	—		
		<i>Hydrobaenus</i> sp.	フユスリカ属の1種	—		
		<i>Limnophyes edwardsi</i>	エドワルドムナトケユスリカ*	—		
		<i>Limnophyes gurgicola</i>	クビレムナトケユスリカ*	—		
		<i>Limnophyes minimus</i>	コムナトケユスリカ	—		
		<i>Neobryllia longistyla</i>	ニイツマホリケフカユスリカ	—		
		<i>Orthocladius filamentosus</i>	ドロスエリユスリカ	—		
		<i>Orthocladius glabripennis</i>	ヒロハネエリユスリカ	—		
		<i>Orthocladius kani</i>	カニエリユスリカ	—		
		ハエ目	ユスリカ科	<i>Parametriocnemus boreoalpinus</i>	キタアルプスニセケハネエリユスリカ*	日本初記録
				<i>Parametriocnemus kurilensis</i>	クリルニセケハネエリユスリカ*	日本初記録
				<i>Parametriocnemus stylatus</i>	キイロケハネエリユスリカ	—
				<i>Parasmittia carinata</i>	トカリビロウドエリユスリカ*	—
				<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	クツヤエリユスリカ	—
				<i>Parorthocladius concretus</i> Liu et al.	ヒゲエリユスリカ*	日本初記録
				<i>Pseudosmittia nishiharaensis</i>	ニシハラニセビロウドエリユスリカ*	—
				<i>Rheocricotopus kamimonji</i>	カミモンジナガレツヤユスリカ*	—
				<i>Rheocricotopus</i> sp.	ナガレツヤユスリカ属の1種	—
				<i>Smittia aterrima</i>	ビロウドエリユスリカ	—
<i>Smittia kojimagrandis</i>	コジマビロウドエリユスリカ*			—		
<i>Stilocladius</i> sp.	コケエリユスリカ属の1種			未記載種		
<i>Synorthocladius</i> sp.	ムナクホエリユスリカ属の1種			—		
<i>Tvetenia tamaflava</i>	タマニセテンマクエリユスリカ			—		
ORT sp.	エリユスリカ亜科の1種			—		
ORT sp. (AnP absent)	エリユスリカ亜科の1種			—		
ORT sp. (AnP pres, eye bare)	エリユスリカ亜科の1種			—		
ORT sp. (eye hairy)	エリユスリカ亜科の1種			未記載種		
ORT sp. (wing macrotrichiae)	エリユスリカ亜科の1種			—		
<i>Polypedilum convictum</i>	キミドリハモンユスリカ			—		
<i>Polypedilum cultellatum</i>	ウスイロハモンユスリカ	—				
<i>Polypedilum pedatum</i>	アシガタハモンユスリカ*	—				
<i>Polypedilum pedestre</i>	ソメワケハモンユスリカ	—				
<i>Polypedilum tsukubaense</i>	ツクバハモンユスリカ	—				
<i>Stictochironomus akizukii</i>	アキヅキユスリカ	—				
Chironomini sp.	ユスリカ族の1種	—				
<i>Micropsectra tamaprima</i>	タマナガスネユスリカ	—				

表4 調査地における生息確認状況

目名	種名	調査地域一帯	フチヅリ沢		クラミ沢	
		資料	踏査	自動撮影	踏査	自動撮影
霊長目	ニホンザル ( <i>Macaca fuscata</i> )	○	—	—	—	—
ウサギ目	ノウサギ ( <i>Lepus brachyurus</i> )	—	○	○	○	○
食肉目	アナグマ ( <i>Meles meles</i> )	○	—	—	—	—
	タヌキ ( <i>Nyctereutes procyonoides</i> )	○	○	○	—	○
	キツネ ( <i>Vulpes vulpes</i> )	○	—	?*2	—	—
	テン ( <i>Martes melampus</i> )	—	—	○	○	○
	イタチ ( <i>Mustela itatsi</i> )	—	○	—	—	—
	ツキノワグマ ( <i>Urusus arctos</i> )	—	—	—	○	—
偶蹄目	ニホンカモシカ ( <i>Capricornis crispus</i> )	—	—	—	—	—
	イノシシ ( <i>Sus scrofa</i> )	○	○	○	○	○
	ニホンジカ ( <i>Cervus nippon</i> )	○	○	○	○	○
ネズミ目 (小型)	ムササビ ( <i>Petaurista leucogenys</i> )	—	○	—	—	—
	ニホンリス ( <i>Sciurus lis</i> )	—	—	○	○	—
確認種数 (種)		6	5(6)*1	5(6)*1	5(6)*1	5

空欄は調査対象外、—:確認なし、() \*1: 調査対象外であるネズミ目を含めた種数 \*2:写真で同定できなかった中型動物がキツネの可能性

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
Ae 対照流域法等によるモニタリング調査－事前環境調査（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（水源特別会計：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、森林における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ているが、観測施設を設置し事前事後のモニタリングを本格的に行う前に、試験設計段階である程度森林環境や水文特性を把握する必要がある。そこで、平成22年度にモニタリング計画を検討し、平成23年度に試験地設定を行う南足柄市の狩川支流のフチヂリ沢について、モニタリング計画の検討と並行して事前環境調査を行う。

### (6) 研究方法

#### ①調査地

南足柄市苅野地内（フチヂリ沢、クラミ沢）

#### ②調査項目

4箇所目の試験流域として選定したフチヂリ沢及びクラミ沢の両流域について、試験流域選定時の流域概況調査に加えて、森林・土壌環境調査、詳細地形測量を行った。なお、試験流域の区域は、フチヂリ沢及びクラミ沢ともに足柄林道が本流を横断する橋の位置より上流域を対象とした。本業務は、神奈川県森林組合連合会、（株）総合環境計画、アジア航測（株）がそれぞれ受託して実施した。

#### a. 流域概況調査

試験流域選定時の検討材料として自然環境や社会環境に関する文献調査、現地踏査、流量測定を行った。

#### b. 森林・土壌環境調査

流域内において調査プロットを設定し以下の調査を行った。調査プロットの選定にあたり、流域内を踏査し既存の植生図を精査することによって植生概況図を作成した。

##### ・立木調査

流域内に10m×10mの調査プロットを40か所（フチヂリ沢19か所、クラミ沢21か所）設け、毎木調査を行い、樹冠投影図を作成した。また、各調査プロットの景観写真を撮影した。

##### ・土壌調査

立木調査と同じ40地点において、土壌断面調査、簡易貫入試験、土壌試料採取と土壌物理性分析、Ao層試料の採取と計測を行った。また、流域内の土壌流出概況の分布図を作成した。

#### c. 詳細地形測量

詳細な地形情報を取得するために航空レーザ計測を行った。計測範囲は、フチヂリ沢及びクラミ沢の試験流域を含む狩川支流全体の水流出の検討に必要と考えられる32.69km<sup>2</sup>を対象とした。さらに、そのうちのフチヂリ沢とクラミ沢の試験流域に該当する0.96km<sup>2</sup>について地形図を作成した。

### (7) 結果の概要

#### ①各調査の成果

#### a. 流域概況調査

既存文献により自然環境と社会環境を調べたところ、表1のとおりであった。既に試験流域となっている大洞沢、貝沢、ヌタノ沢と異なり、集水面積が30～40haと大きいことと外輪山噴出物で構成される地質が特徴的であった。また、足柄林道が横断する橋の下付近で、それぞれ流量を測定したところ、フチヂリ沢が0.39mm/hr、クラミ沢が0.21mm/hrと集水面積を考慮するとフチヂリ沢はクラミ沢の倍近い流量であった。（表2）。

#### b. 森林・土壌環境調査

流域内の植生概況について、踏査により既存の植生図を精査したところ図1のとおりであった。植生図では大部分を占めていたスギ・ヒノキ植林地は、スギのみ、ヒノキのみ、あるいはスギ・ヒノキなどがパッチ状に配置し一様ではなかった。

調査プロットの設定は、流域内の植生概況を踏まえて、尾根、斜面、沢のライントランセクト上に計40地点設定した。40地点の調査プロットのうち、スギまたはヒノキの植林地が25地点、アカマツ林8地点、コナラ林5地点、ケヤキ林とカエデ林が各1地点であった。毎木調査の結果では、スギまたはヒノキの植林地のプロットについては、平均胸高直径44.1cm立木密度500本/haの壮齢の林分から平均胸高直径18.2cm立木密度1800本/haの若齢の林分まで存在しばらつきがあった。

土壌調査の結果では、調査プロット40地点のうち斜面位置にかかわらず適潤性黒色土が最も多く見られた。土壌流出の状況は、流域内の限られた箇所で見られ、いずれもヒノキ植林地の3箇所であった。

### c. 詳細地形測量

地形図は、1/1000とし、DMデータ、CADデータ、GISデータの各ファイルを作成したほか、地形図の原図を作成した。

## (8) 課題

- ・今後モニタリングを実施するにあたっての流域の基本的な情報を取得することができたが、流量などについては、今後ある程度時系列データを蓄積することによって流域特性を把握する必要がある。

## (9) 成果の発表

なし

表1 文献調査によるフチヂリ沢・クラミ沢の概況

区分	項目	クラミ沢	フチヂリ沢	
自然環境	集水面積(ha)	33.83	42.25	
	標高(最低)	485	440	
	標高(最高)	825	775	
	地質	外輪山噴出物(刈野溶岩グループ/狩川溶岩グループ)		
	植生	尾根部分を除き多くがスギ・ヒノキ植林	大部分がスギ・ヒノキ植林	
社会環境	土地所有	南足柄市外二ヶ町組合		
	地上権等	継承分種林(旧公社宮林)、黒水源林、官行造林		
	法規制	森林法	水源涵養保安林	
		県条例	自然環境保全地域	
	既往施設	治山堰堤1基	なし	



写真1 フチヂリ沢の状況

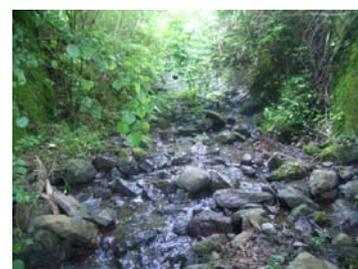


写真2 クラミ沢の状況

表2 流量測定結果

地点	測定場所の説明	測定年月日時刻	流量			地点集水面積 m <sup>2</sup>
			cm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /hr	mm/hr	
フチヂリ沢1	橋梁下部	平成22年10月5日 11:50am	44,097	158,750	0.3713	427,563
フチヂリ沢2	橋梁下部	平成22年10月5日 13:20pm	47,476	170,914	0.3997	427,563
平均			45,787	164,832	0.3855	427,563
クラミ沢	橋梁下部	平成22年10月5日 13:45pm	19,758	71,128	0.2103	338,271

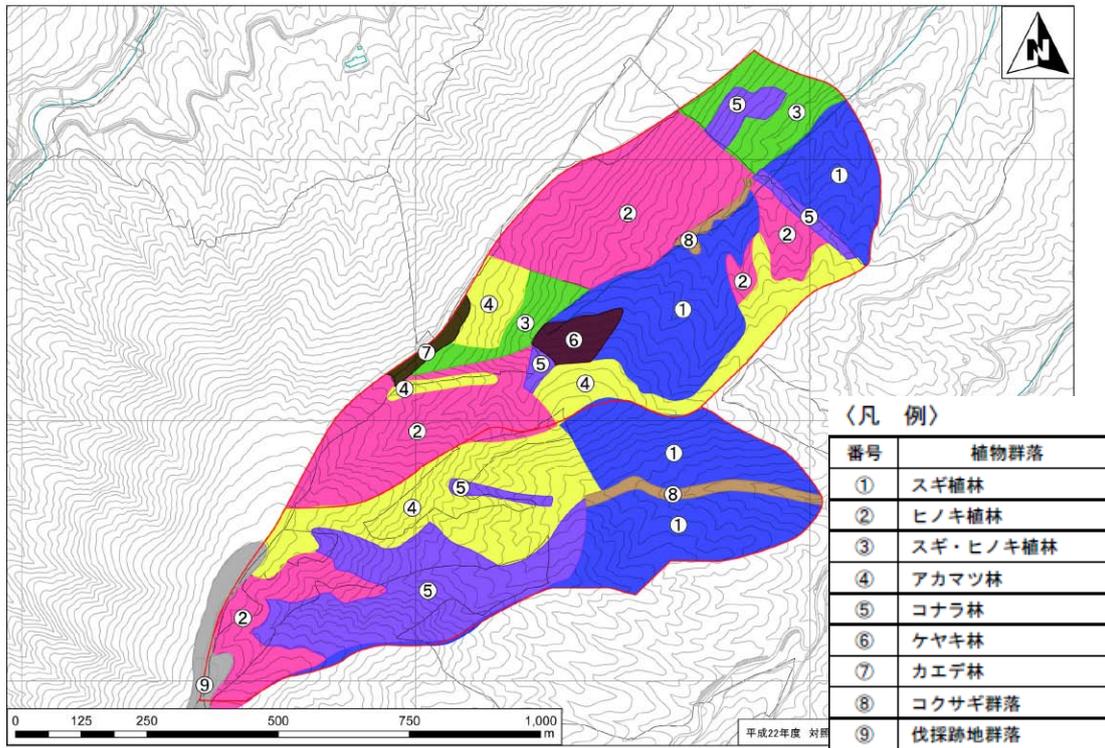


図1 流域内植生概況図

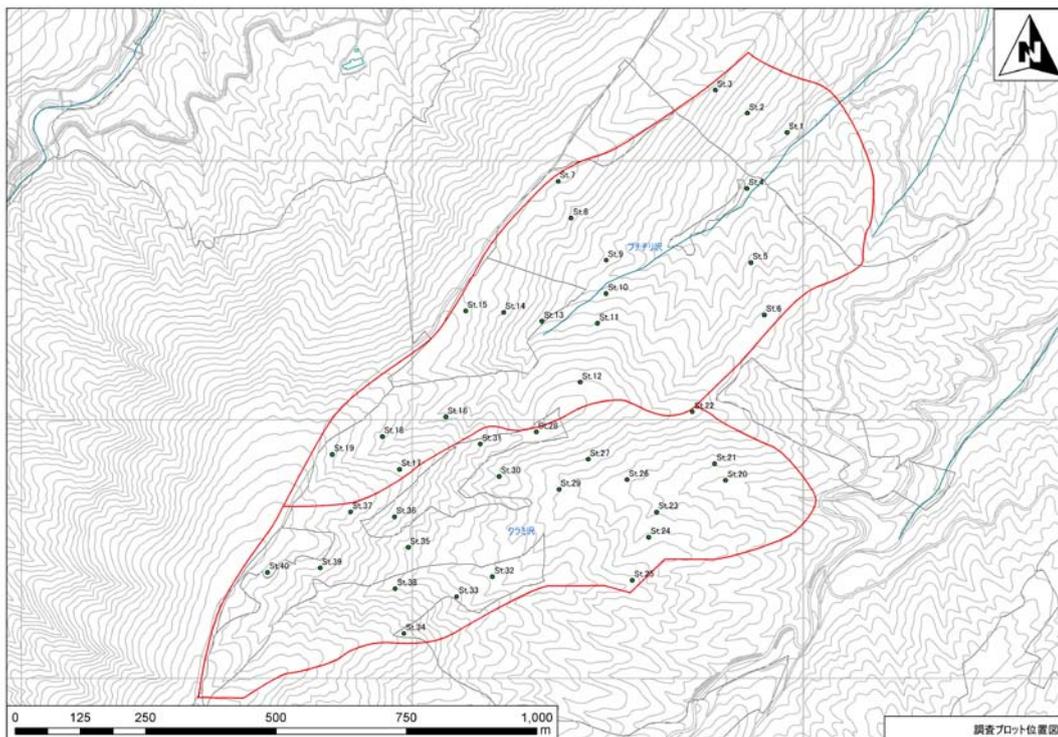


図2 調査プロット位置図

表3 立木・土壌調査結果

調査地点	緯度	経度	標高	方位	傾斜	地形	植生	立木密度 (ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	土壌型
St.1	N35 13 40	E139 0 11	475 m	N30E	28°	斜面下部	スギ・ヒノキ植林	1,300	20.4	35.4	Blc
St.2	N35 13 41	E139 0 11	507 m	S30E	20°	斜面中部	コナラ林	600	16.6	34.6	Blc
St.3	N35 13 46	E139 0 06	566 m	S54E	46°	斜面上部	スギ・ヒノキ植林	900	19.6	30.1	Blc
St.4	N35 13 34	E139 0 11	497 m	N26W	9	斜面下部	スギ植林	800	21.8	43.4	Blb
St.5	N35 13 38	E139 0 05	532 m	N60W	36°	斜面中部	ヒノキ植林	800	19.3	28.9	Blc
St.6	N35 13 35	E139 0 15	567 m	N30W	12°	斜面上部	アカマツ林	900	18.8	34.9	Blb
St.7	N35 12 38	E139 0 07	637 m	S50E	25°	斜面上部	ヒノキ植林	1,400	7.9	19.4	Blc
St.8	N35 12 35	E139 0 08	600 m	S45E	35°	斜面中部	ヒノキ植林	1,400	7.6	19.6	Blb
St.9	N35 13 38	E139 0 05	544 m	S40E	28°	斜面下部	スギ・ヒノキ植林	1,300	7.3	19.4	Blb
St.10	N35 13 37	E139 0 05	562 m	N	16°	斜面下部	スギ植林	500	21.2	44.1	Blc
St.11	N35 13 39	E139 0 08	596 m	N3W	15°	斜面中部	クヤキ林	1,000	16.6	23.9	Blb
St.12	N35 13 32	E139 0 06	649 m	N8E	9	斜面上部	アカマツ林	500	21.3	40.4	Blc (d)
St.13	N35 12 30	E139 0 06	571 m	S40E	40°	斜面下部	ヒノキ植林	700	18.1	32.3	Blb
St.14	N35 12 35	E139 0 06	618 m	S50E	10°	斜面中部	アカマツ林	200	13.5	55.5	Blb
St.15	N35 12 36	E139 0 08	653 m	S80E	11°	斜面上部	カエデ林	300	13.8	28.7	Blb
St.16	N35 12 39	E139 0 03	661 m	N20E	31°	斜面下部	ヒノキ植林	1,500	12.3	17.8	Blb
St.17	N35 12 27	E139 0 08	721 m	N20W	33°	斜面中部	ヒノキ植林	1,400	12.4	17.3	Blb
St.18	N35 12 27	E139 0 06	699 m	S30E	29°	斜面中部	ヒノキ植林	1,300	13.0	18.1	Blc (d)
St.19	N35 12 25	E139 0 08	739 m	S45E	28°	斜面上部	ヒノキ植林	1,800	12.1	18.2	Blc
St.20	N35 13 21	E139 0 17	539 m	S20E	24°	斜面下部	スギ植林	1,100	18.1	23.9	Blb
St.21	N35 13 21	E139 0 08	565 m	S40W	26°	斜面中部	スギ植林	1,200	14.8	23.6	Blc (d)
St.22	N35 13 23	E139 0 01	601 m	S18E	14°	斜面上部	スギ植林	1,400	11.8	24.1	Blc
St.23	N35 13 31	E139 0 04	547 m	N44E	30°	斜面下部	スギ植林	1,300	16.8	21.9	Blb
St.24	N35 13 35	E139 0 08	572 m	N24W	36°	斜面中部	スギ植林	1,500	18.0	21.2	Blb
St.25	N35 13 38	E139 0 06	605 m	N30E	40°	斜面上部	スギ植林	1,200	17.3	26.1	Blb
St.26	N35 13 21	E139 0 01	574 m	S18E	24°	斜面下部	スギ植林	1,300	14.0	21.2	Blb
St.27	N35 13 23	E139 0 02	605 m	S20E	28°	斜面中部	スギ植林	1,100	15.0	26.1	Blc
St.28	N35 12 31	E139 0 02	640 m	S5E	33°	斜面上部	アカマツ林	600	12.9	38.6	Blb
St.29	N35 12 34	E139 0 00	607 m	S63E	11°	斜面下部	スギ植林	800	19.0	39.7	Blc
St.30	N35 12 22	E139 0 04	637 m	S00E	30°	斜面中部	ヒノキ植林	900	15.9	33.1	Blc (d)
St.31	N35 12 23	E139 0 00	679 m	S20E	37°	斜面上部	アカマツ林	400	14.0	29.6	Blb
St.32	N35 12 39	E139 0 00	647 m	N40E	16°	斜面下部	コナラ林	300	18.0	57.9	Blb
St.33	N35 12 27	E139 0 03	673 m	N60E	30°	斜面中部	コナラ林	300	16.0	38.4	Blc
St.34	N35 12 03	E139 0 03	727 m	N45E	24°	斜面上部	コナラ林	700	15.7	27.1	Blb
St.35	N35 12 37	E139 0 06	694 m	S13E	27°	斜面下部	ヒノキ植林	900	18.1	35.9	Blc (d)
St.36	N35 12 06	E139 0 06	730 m	S8E	33°	斜面中部	アカマツ林	400	16.5	43.7	Blc (d)
St.37	N35 12 30	E139 0 02	763 m	S25E	30°	斜面上部	アカマツ林	700	16.2	31.1	Blc
St.38	N35 12 31	E139 0 06	687 m	N13E	45°	斜面下部	コナラ林	700	11.0	20.7	Blb
St.39	N35 12 34	E139 0 09	756 m	S20E	33°	斜面中部	ヒノキ植林	1,200	18.4	29.0	Blc
St.40	N35 12 31	E139 0 09	788 m	S20E	35°	斜面上部	アカマツ林	600	14.2	33.3	Blb

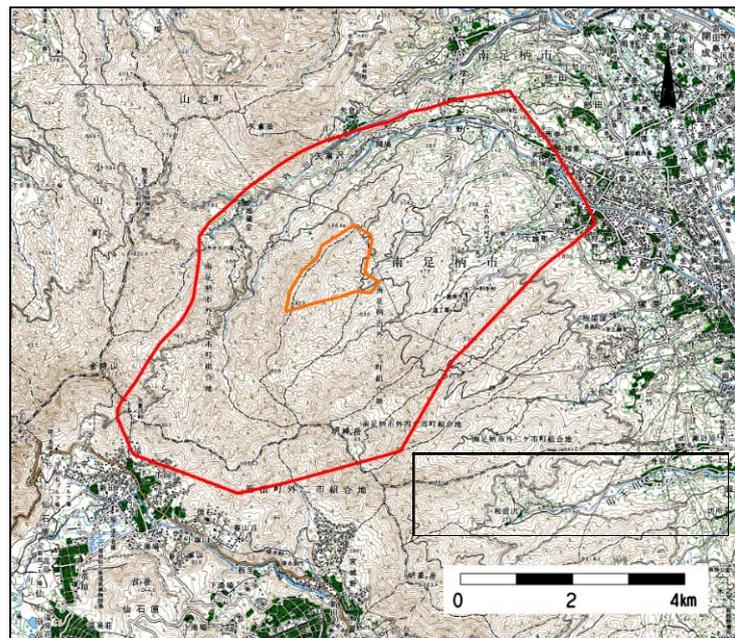


図3 航空レーザ計測と地形図作成の範囲

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
 Af. 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
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・相原敬二・三橋正敏・長田幸郎

### (5) 目的

水源の森林エリア内に試験流域を設定し、流域ごとに水循環モデルを構築して森林の水源かん養機能の評価と森林管理の効果の予測を進めている。モデル構築にあたり、試験流域及び周辺の地形・地質や流量等を把握し、モデル検証を通してこれらの流域特性をモデルに反映させる必要がある。さらに、これらの知見を蓄積させることは、森林管理の目的で行われる施業が流域特性に直接的、あるいは間接的に及ぼす影響を長期的かつ的確に予測する、あるいはそれを確認するモニタリング調査を進めるために欠かせない。このような必要性のため、モニタリング調査の一環として平成21年度から試験流域の地質、流量、水質等の森林環境調査を行っている。

### (6) 研究方法

平成19～22年度の間に順次水源エリア内で、試験流域として地形・地質等の水環境が異なる地域ごとに4流域を順次選定し、現地での地形・地質調査に加え、試験流域内及び周辺地点で流量観測、採水・水質分析を行っている。

#### ア 地形・地質調査

平成22年度は、大洞沢で地下水理地質情報の補充を目的とし、現地調査と併せ、大洞沢の河床右岸側で試験流域No. 4の出口でボーリング調査を行った。ボーリング調査は、中津ダム調査(神奈川県企業庁、1971)を参考に、基盤岩の風化の状況等を把握できる深度50mと設定し、最下部で水理水頭を計測するため、清水掘り、コア採取等による地質の把握に加え、地層の比抵抗検層、層別揚水試験等による水理地質調査を行った。調査地点を図1に、調査内容を表1に示す。

大洞沢は丹沢層群が基盤岩、全体に南北走行、東傾斜 $50^{\circ}$ ～ $60^{\circ}$ の地質構造で、谷は北東方向に開けている。土地分類基本調査の表層地質図(神奈川県、1987)によれば流域右岸の稜線部に、北東～南方向に

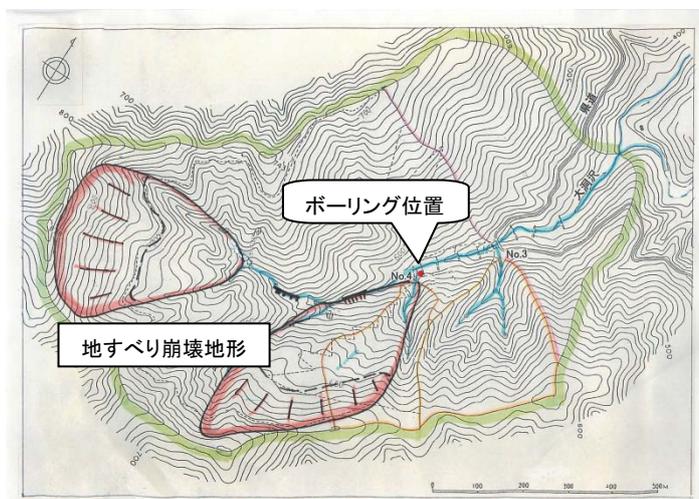


図1 ボーリング地点(地すべり地形の範囲は中川(1997)をもとに記入)

表1 ボーリング調査の内容

項目	内容
孔井の仕様	掘削口径 86mm、深度 50m ケーシング 塩ビ管 50mm スクリーン 45～50m
孔井の調査	コア採取、孔内水位観測 電気検層(マイクロ、ノルマル)、温度検層、キャリパー検層 湧水圧試験、透水試験
水質等調査	水質(一般項目)

断層が描かれている。一方、中川（1997）によれば、大洞沢の谷筋に沿って北東方向伸びるリニアメントと上流部の地すべり地形（図1）が特徴的である。

### イ 流量・水質調査

流量と水質の年間変動量とともに、水系内での豊水期と渇水期との差を把握するため、平成21年度の調査と同じ27地点で豊水期にあたる8月に流量の一斉測定及び採水・水質（一般項目）分析調査を行った。調査地点を図2に示す。

流量測定は概ね断面一流速法によったが、狭隘部で水量が少ない場合は容器法を用いた。測定場所は中津川が13ヶ所測で、このうち大洞沢は中・下流の2ヶ所である（図2左上）。貝沢では6ヶ所（図2右

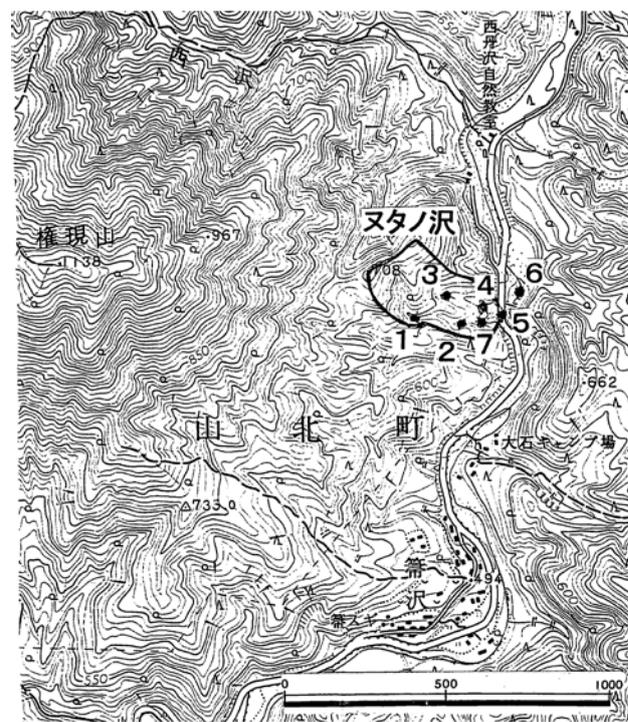
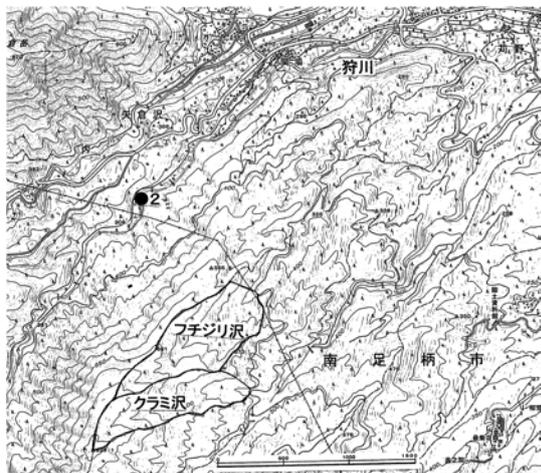
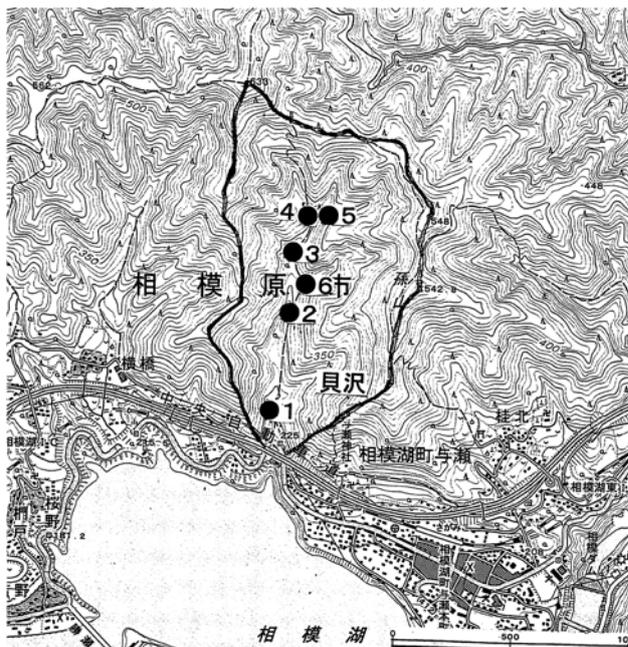
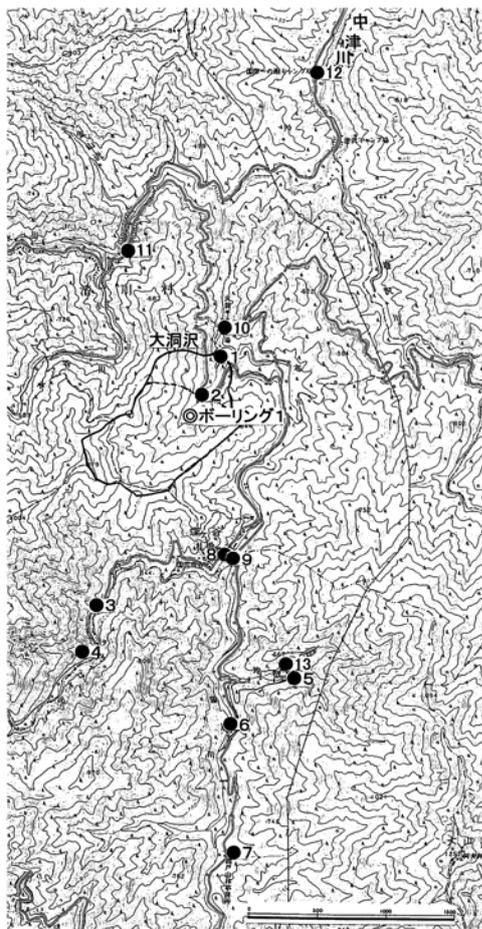


図2 流量等調査地点(2010年8月)(地図は国土地理院発行1/2.5万地形図 大山、中川、関本、与瀬を使用)

大洞沢ボーリング調査結果

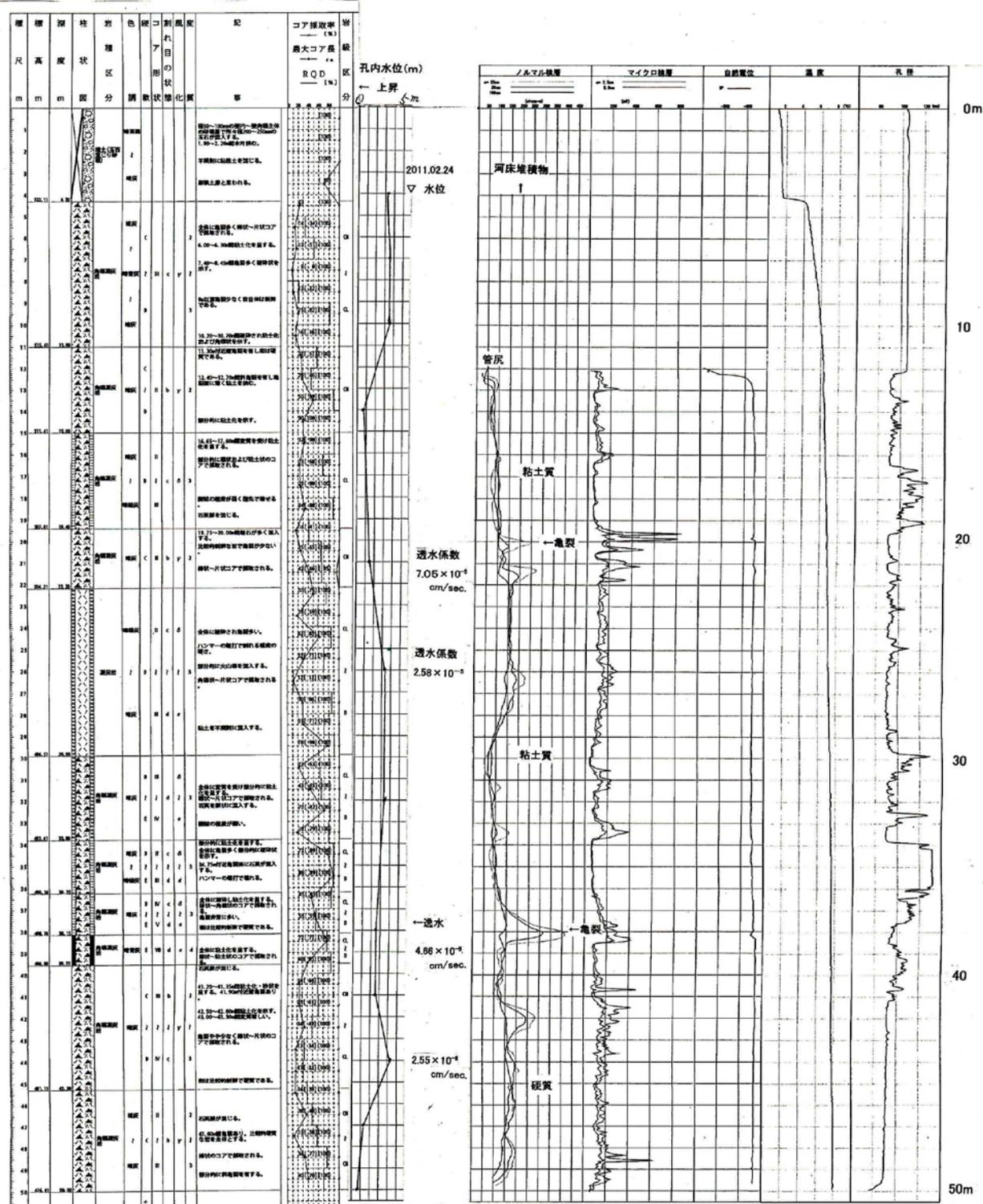


図3 ボーリング調査結果

上)、ヌタノ沢では6ヶ所 (図2右下)、狩川で1ヶ所 (図2左下) である。

流量調査場所で一般水質を調査した。水温、pH、電気伝導度を現地で測定し、採取された資料を実験室にて分析した (JISK0101、K0102による)。

## 7) 結果の概要

### ア 地形・地質

ボーリング地点は、北東方向に開けた急傾斜（平均傾斜 $38^\circ$ ）の大洞沢の谷の中腹に位置している（図1）。一方、地層は東傾斜（凡そ $60^\circ$ ）である。ボーリング調査結果を図3にまとめて示した。

ボーリング結果に基づき作成された地質柱状図によれば、河床堆積物が4m余りで、そこから孔底の50mまで丹沢層群の基盤である。コアの状況、逸水や孔内水位の状況及び電気検層結果から、深度20~22m、深度37~39mの亀裂帯が帯水層とみなされた。最深部の48m付近に小さな亀裂帯が認められたため、水頭観測の対象としてここにスクリーンを設置した。

これらの部位で採水し、水質分析を行うとともに水理試験を行った。地層の透水係数は、上の亀裂帯が $7.05 \times 10^{-6} \text{cm/sec.}$ で、下の亀裂帯が $4.66 \times 10^{-5} \text{cm/sec.}$ であった。スクリーンを設置した最深部では $2.55 \times 10^{-6} \text{cm/sec.}$ と算定された。なお、2011年3月3日の孔井の水位は地表から4mであった。水質は、表流水とあわせてイオン構成から特徴を把握した（後述）。

深度41mを境に、それより浅い部分で粘土の混入が顕著な凝灰岩で、風化あるいは破碎活動により変質を受けたと考えられ、主谷の方向に伸びるリニアメントとの関係を検討する必要がある。なお、変質した粘土質の地層では、掘削中に孔壁が洗い出されるため口径が大きくなっていることがキャリパー検層から分かった。41m以深の地質は硬質な凝灰岩に変わる。

### イ 流量・水質

#### (ア) 流量

今回は図2に示す調査地点で豊水期の調査を行った。その結果は表2のとおりであった。

しかし、平成22年の年間降水量を平年に比べると、3月が多く、8月は少なかった。このことを反映し、ヌタノ沢上流部を除くと、8月（豊水期）の流量は中津川、貝沢などの全般に3月（渇水期）に比べ流量が少なかった。このように、年によって降水量の偏り、ばらつきに対応して流量が変化することから、流況やそのばらつきを把握するためには長期にわたる観測が必要である。

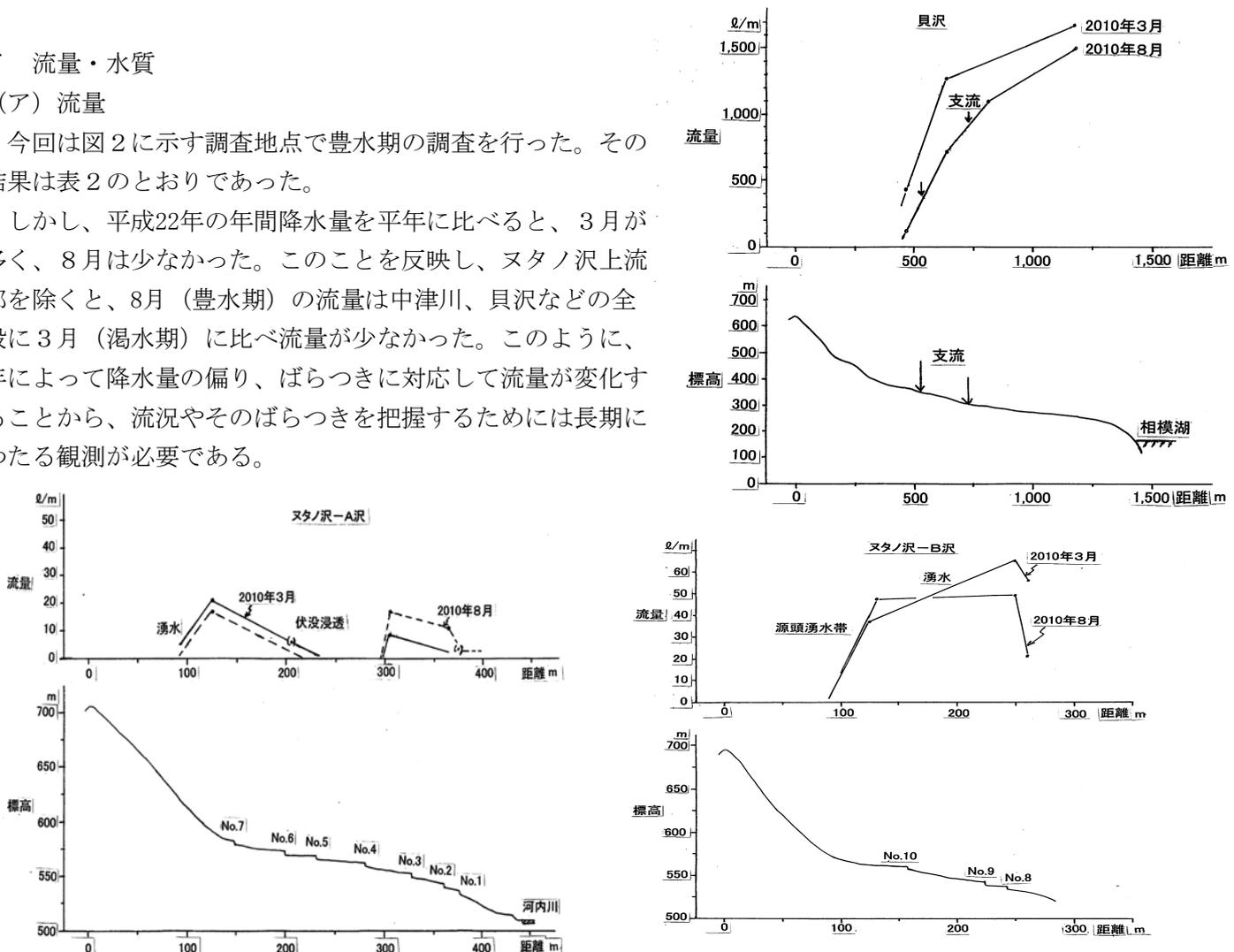


図5 ヌタノ沢(A・B沢)の河床断面と流量変化(図中のNo.は治山堰堤を示す)

河川環境として、表流量の変化は重要である。水系内での表流水と地下水との相互関係（涵養・流出）の視点からその実態を把握するため、貝沢とヌタノ沢について流量の増減について検討してみた。

貝沢では源頭域で湧水によって河川水が涵養され、上流から下流に水量が次第に増え、相模湖に流入する。3月に比べ、水系全般に水量が減少している（図4）。ヌタノ沢でもA沢、B沢ともに源頭部の湧水によって流水が出現し、A沢では満砂となったNo. 7堰以降で伏没浸透のため一旦流量が大きく減少し、涸れてしまう。そして、再び基盤が露出する狭隘部（No. 4堰）より下流で流量を復活させる。一方、B沢では、源頭部の湧水帯の湧出量が多く、河川流量は一気に増加する。かつてわさび栽培が行われていた。年間を通じて水が流れ、基盤が露出する中流域（No. 10堰）の下流で地下水の滲みだしが見られ、流量を増す（図5）。

これらの実態は水循環機構を反映したもので、流域水循環モデル検証に役立つことから、他流域でも把握に努めたい。

#### (イ) 水質

4流域の水質（表2）の中から下流地点を代表例として水質（イオン）構成をヘキサダイアグラムで示した（図6）。

4流域ともに河川源頭域の溪流地で、比較的溶存成分量が少なく、カルシウム（ $\text{Ca}^{2+}$ ）・炭酸イオン（ $\text{HCO}_3^-$ ）が主成分のパターンを示している。

4流域を詳しく比較すると、電気伝導度が高く、硫酸イオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）が多く、炭酸イオンが少ない貝沢、カリウムイオン（ $\text{K}^+$ ）が多いヌタノ沢、さらに珪酸（ $\text{SiO}_2$ ）が多い狩川など、流域差が認められる。これらは、流域の地質、土壌、林相等を反映していると考えられる。

大洞沢のボーリング孔の地下水は、表流水に比べ溶存成分が多く、カルシウムイオン、炭酸イオン、硫酸イオンなどが多い。深度22mと40mを比較すると、40m深の方がこれらの特徴がより顕著である。

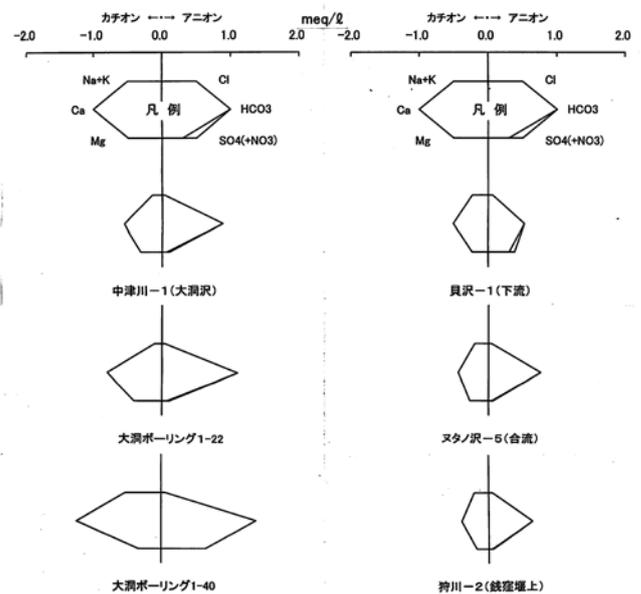


図6 各流域表流水及び大洞沢ボーリング孔地下水の水質ヘキサダイアグラム

### (8)課題

ア 施業の効果は、河川流量や流況に出現すると想定されているが、

- ①施業の規模、強度、期間によって影響の大きさ、出現時期などが異なると考えられること、
  - ②気候変化、季節変化が重なるため、効果判定に困難が伴う
  - ③4試験流域の地形・地質が異なることから、施行の影響出現の程度が異なると考えられる
- などから、モニタリングにあたっては調査観測の精度管理、補助的な調査項目の追加など、更なる充実が必要である。

イ 効果が明瞭となるまでには、森林再生が明瞭となる時期まで長期に亘ると考えられることから、予め行っているシミュレーション結果を用いて、このことを分かりやすく説明する必要がある。

### (9)成果の発表

なし

表2 流量及び水質調査結果

番号	地点名称	流量 L/Min.	水温 ℃	伝道度 μS/m	pH	Cl <sup>-</sup> Mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Mg/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/L	Na <sup>+</sup> Mg/L	K <sup>+</sup> Mg/L	Mg <sup>2+</sup> Mg/L	Ca <sup>2+</sup> Mg/L	SiO <sub>2</sub> Mg/L
01	中津川-1	780	20.7	10.71	7.56	1.4	3.1	57	2.5	3.5	1.1	3.8	11.3	16
02	中津川-2	1,300	20.0	10.38	7.79	1.3	3.1	54	2.5	3.2	0.3	3.8	11.3	15
03	中津川-3	1,000	19.9	7.25	8.02	1.3	3.2	35	1.6	2.4	0.3	2.1	7.8	14
04	中津川-4	900	19.6	6.75	7.91	1.3	2.8	33	1.9	2.1	0.3	1.8	7.6	15
05	中津川-5	3,300	15.3	7.02	7.65	1.5	2.9	33	2.3	2.6	0.2	2.0	7.3	16
06	中津川-6	1,210	15.7	7.71	7.81	1.7	3.1	33	2.7	3.2	0.2	2.3	7.9	15
07	中津川-7	3,600	15.4	6.94	7.61	1.7	3.2	35	3.1	3.2	0.2	2.0	6.8	16
08	中津川-8	10,900	20.2	7.97	7.68	1.4	3.1	31	2.2	2.8	0.3	2.5	8.4	15
09	中津川-9	35,000	19.1	8.80	7.62	1.8	2.8	38	2.9	3.3	0.3	2.7	9.2	18
10	中津川-10	44,000	20.4	8.87	7.60	1.7	2.9	44	2.6	3.3	0.3	2.8	9.3	17
11	中津川-11	42,000	19.8	7.03	7.60	1.1	4.0	42	1.5	2.2	0.2	1.5	8.4	14
12	中津川-12	110,000	21.1	8.37	7.31	1.6	3.8	30	2.3	3.2	0.3	2.3	9.1	16
13	中津川-13	260	19.4	7.37	7.60	1.5	2.4	36	2.6	3.1	0.2	2.1	8.2	17
14	貝沢-1	1,500	20.4	10.68	7.59	2.2	14.5	32	4.9	5.0	0.6	2.8	10.1	22
15	貝沢-2	1,100	20.7	10.92	7.62	2.2	16.2	32	4.6	5.0	0.4	2.9	10.4	22
16	貝沢-3	720	20.6	10.56	7.36	2.2	15.8	29	4.5	5.0	0.4	2.8	9.8	22
17	貝沢-4	124	19.9	10.68	7.47	2.4	15.0	29	5.3	5.3	0.3	2.8	9.4	22
18	貝沢-5	250	20.6	10.56	7.50	2.2	17.6	28	3.8	4.7	0.4	2.8	10.0	23
19	貝沢-6	320	20.5	11.22	7.69	2.2	18.3	31	5.1	4.8	0.4	3.0	10.7	22
20	又タノ沢-1	17.3	17.0	7.75	7.38	1.7	2.9	34	3.8	2.9	2.1	2.6	6.7	20
21	又タノ沢-2	16.8	19.2	9.51	7.44	1.6	3.2	48	1.7	3.3	1.6	3.0	10.2	22
22	又タノ沢-3	47.9	17.5	7.76	7.96	1.7	2.7	38	1.9	3.2	1.5	2.8	6.7	19
23	又タノ沢-4	49.8	21.2	9.50	7.73	1.5	2.3	50	1.2	3.7	1.5	3.5	9.0	21
24	又タノ沢-5	21.8	22.4	9.30	7.46	1.6	2.4	46	1.2	3.7	1.5	3.3	8.8	20
25	又タノ沢-6	59,000	21.1	7.87	8.11	1.4	6.9	31	2.4	3.6	1.1	1.4	8.1	17
26	又タノ沢-7	11.6	18.9	11.43	7.03	1.5	3.9	54	1.3	3.6	1.4	3.4	12.8	23
27	狩川-2	28,000	17.5	8.23	7.83	2.0	2.2	39	1.1	4.2	1.1	2.1	7.8	35

(注)中津川-2が大洞沢。流量測定方法は、断面・流速法又は容器法、水質分析はJISK0101、0102によった。

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
Ag 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
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・佐藤壮

### (5) 目 的

対照流域法による水源かん養機能の評価を進めるため、水源エリア内で選定された 4 試験流域で、それぞれの地形・地質、気候、林層等の流域特性を踏まえ、水循環モデルを構築し、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、平成 19 年度から本事業を実施している。

それぞれの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、その後現地で得られた観測結果を用い、流域特性を反映できるようモデル検証を行い、解析制度の向上を図っていく。さらに、森林管理のため各流域で実施が想定される施業について実施シナリオを設定し、シナリオに基づくシミュレーション解析を行って流域の水循環・水収支にどの程度の変化が生じるかを算定する。そして、各流域で継続されるモニタリングの結果を随時反映させながらモデルの精度向上を図るとともに、効果が発現する項目の抽出とモニタリング法の改善にも活用させる。

平成 22 年度は、貝沢流域モデルの構築と極端な間伐を想定したシナリオ解析、大洞沢流域モデルの再検証と浮遊砂輸送機能の付加（陸水・流砂を同時に解析処理）及び間伐影響のシナリオ解析、堂平沢・ワサビ沢モデルの構築と浮遊砂輸送機能の検証を行った。

### (6) 研究方法

調査研究対象となる試験流域は、宮ヶ瀬湖上流の大洞沢（新第三紀・丹沢層群）、相模湖畔の貝沢（中生層・小仏層群）、丹沢湖上流のヌタノ沢（石英閃緑岩）および箱根火山東斜面のフチゲリ沢・クラミ沢（更新世・古期輪山噴出物）である。平成 22 年度は大洞沢、貝沢、堂平沢・ワサビ沢を対象として解析を行った。

シミュレーターとして GETFLOWS を用い、試験流域の既存の気象、地形・地質情報に植生、土壌、地層等の情報を加え、宮ヶ瀬ダム流域や酒匂川流域などの広域 3 次元モデルを構築すると共に、その中から試験流域を抽出して新たに流域単位の 3 次元基本モデルを構築する。この小流域モデルでは、格子間隔を細分化し、風化帯の設定、湧水地点の反映など、現地情報を具体的にモデルに反映させるとともに、試験流域で観測された河川流量等の水文観測データを用いてモデル検証を進め、さらに付加された浮遊砂輸送機能を用いて洪水時の土砂流出について算定を行う。そして、再現性を確認した上で、間伐やシカ柵設置等の森林管理として行う施業とモデル上のパラメータへの対応方を検討し、施業前後の蒸発散量、流況等の水循環変化、浮遊砂流出等への影響度を予測する。

大洞沢試験流域については、宮ヶ瀬上流域モデルから抜き出した大洞沢モデルを用い、水文観測データに基づく検証を行ってモデルの再現性の向上を図り、シカ柵設置、森林皆伐・間伐などの想定されるシナリオ解析を行い、樹遮断、林床植生及びリター堆積の被覆率増加による流出や水収支の変化、浮遊砂巻上げ等を比較検討する。

貝沢試験流域では、相模湖上流域モデルから貝沢流域を抜き出し、新たに小流域（貝沢）モデルを構築し、現地水文観測データを用いて再現性を確認し、森林放置による土壌被覆や林床変化の影響、森林

皆伐等の間伐を想定したシナリオ解析を行い、流況や水収支、浮遊砂巻上げへの影響の程度を比較検討する。

堂平沢・ワサビ沢では、宮ヶ瀬上流域モデルから該当流域を抜き出し、新たに小流域（堂平・ワサビ沢）モデルを構築し、平成21年4月～12月までの河川流量、浮遊土砂濃度及び斜面土壌侵食量の観測データを用いて再現性の解析を行う。

## (7) 結果の概要

### ア 大洞沢

森林管理としてシカ柵設置、強弱間伐、皆伐植林、放置を想定し、施業に伴う樹層、地表層、表土層のパラメータ対応は文献値を適用し、再現性を確認すると共に、施業直後（ステージ1）、林床植生の成長期（ステージ2）、樹層の回復期（ステージ3）をシナリオに盛り込んで解析を行った。図1に流出再現性解析の結果を、図2に浮遊砂濃度の再現性解析結果を、図3にシナリオ解析結果（ステージ2）を示す。

解析の結果、①ステージ2以降、施業間の流出状況に差が認められ、流量は樹層の変化より林床植生の回復により大きく影響される。②低水流量の回復はNo. 3のシカ柵設置の効果が最も大きかった。③No. 3の方がNo. 4より施業に伴う流出応答量が大きく、地下水流出機構の差を反映していると考えられた。④施業を行うことにより、土壌の浸透能が増加し、土砂流出が抑えられることが確認された。⑤今後は、山地斜面の土砂機構の把握とモデルへの反映が重要であることが分かった。

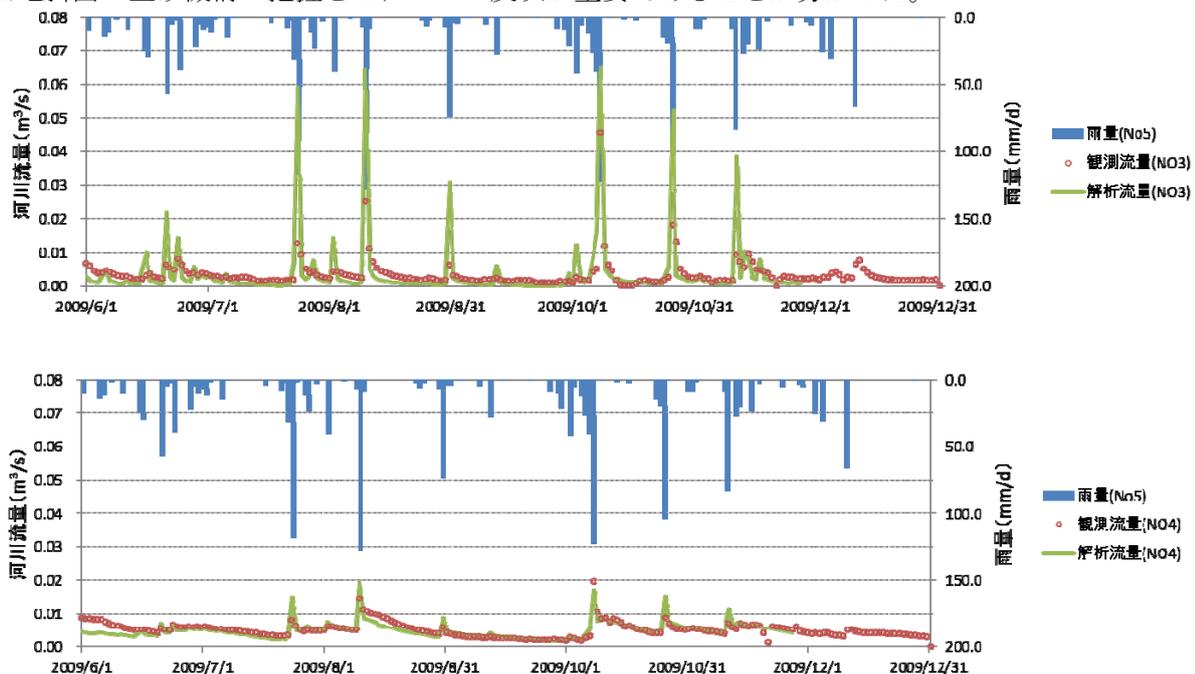


図1 大洞沢No.3、No.4流域の流出再現解析結果

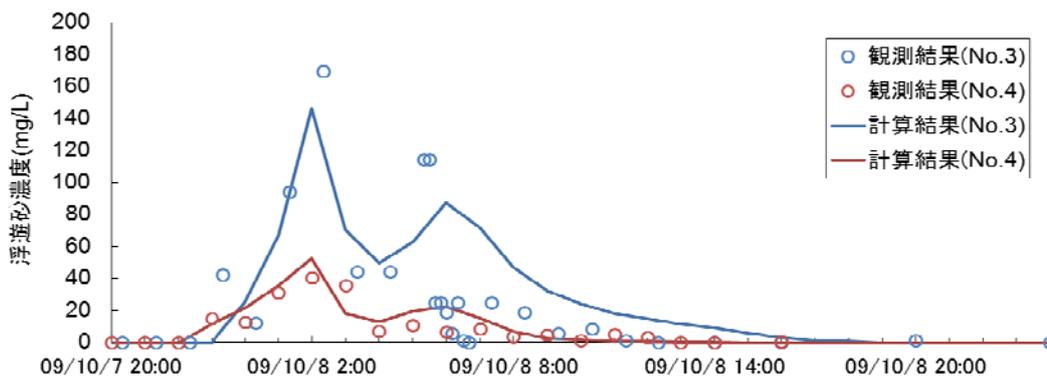


図2 大洞沢No.3、No.4流域の浮遊砂濃度の再現解析結果

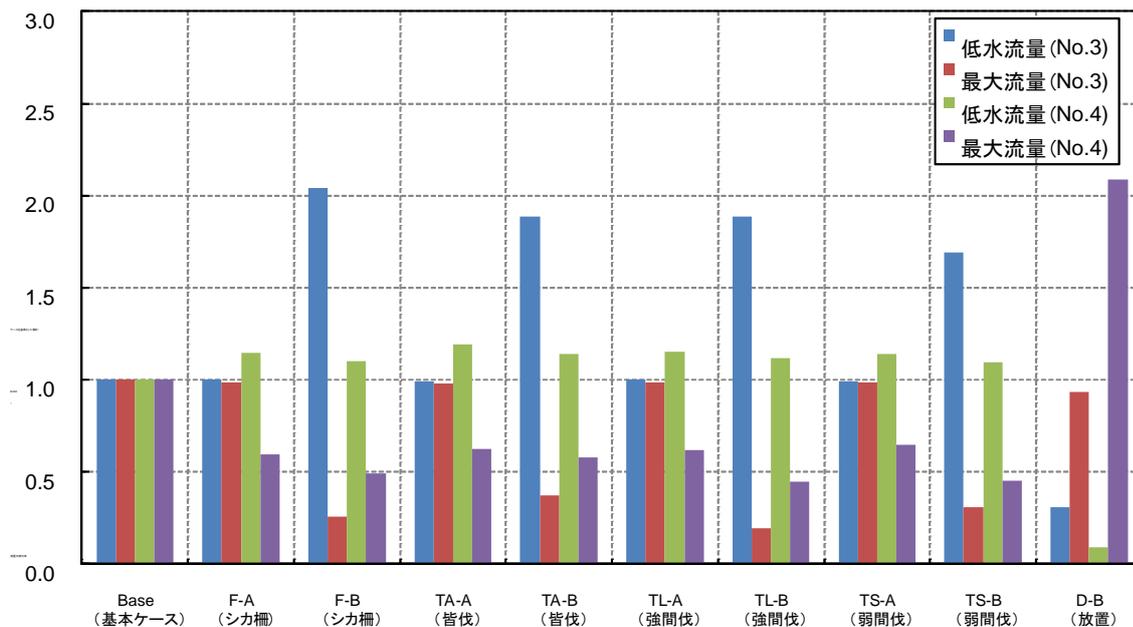


図3 シナリオに基づく大洞沢No.3、No.4における低水流量と最大流量の変化(ステージ2)

### イ 堂平沢・ワサビ沢

堂平沢・ワサビ沢は、想定以上に流量が多いワサビ沢と流量が少ない堂平沢が対照的である。わさび沢は、流域が地すべり地形であることから、地形上の流域を越えて地下水が涵養されている流動機構が考えられる。このような条件を踏まえて宮ガ瀬ダム上流モデルから堂平・ワサビ沢流域を切り出し、モデル構築を行った。

2009年7月の台風による大雨時の流量と浮遊砂濃度変化を用いて再現性解析を行った(図4)。概ね良好な結果を得たが、浮遊砂濃度を過大評価しており、モニタリング結果に基づく解析を積み重ね、精度向上を図る必要がある。

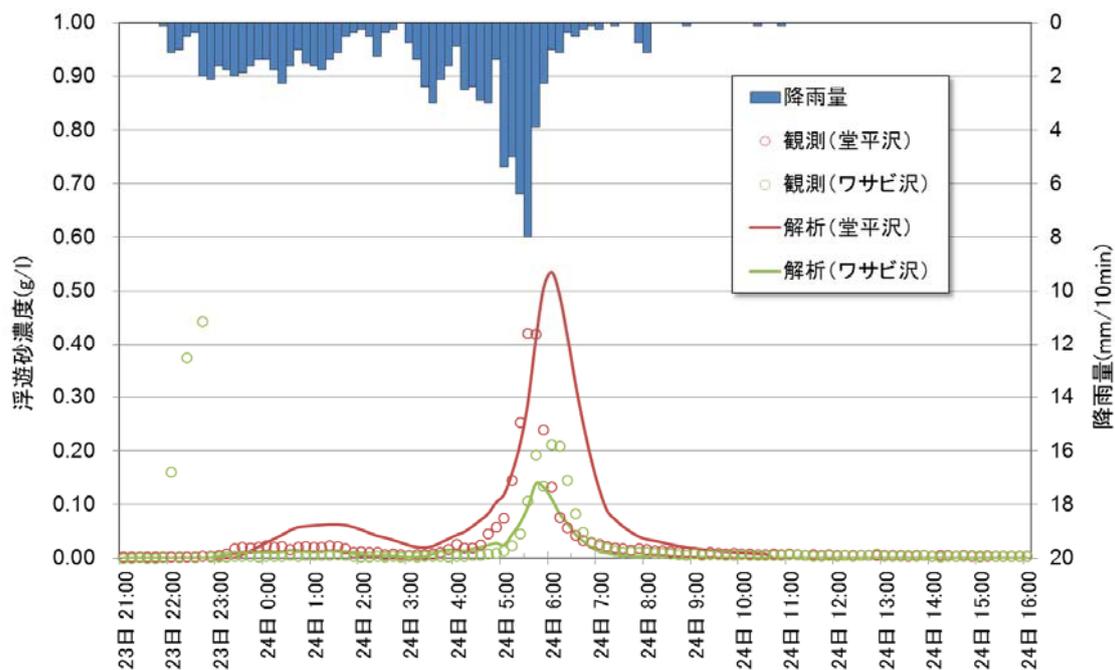


図4 堂平沢・ワサビ沢の浮遊砂濃度の再現解析結果(2009年7月降雨)

## ウ 貝沢

相模湖・津久井湖モデルから貝沢流域を切り出し、貝沢モデルを構築した。平成22年度のモニタリング結果を用いて再現性解析を行った。その結果、概ね良好な結果を得たが、対照流域との流量差の再現に課題が残っている。この基本モデルを用い、大洞沢と同様のシナリオ解析を行った。その結果を図5に示す。

解析の結果、①大洞沢と同様に、流域の流量は林庄植生の回復に大きく影響を受けること、②低水流量は皆伐の影響が最も大きく、強間伐、弱間伐、放置の順に小さくなること、③浮遊砂流出は出水ピーク時にもみ発生することが認められた。引き続きモニタリング結果に基づくモデル検証を続ける必要がある。

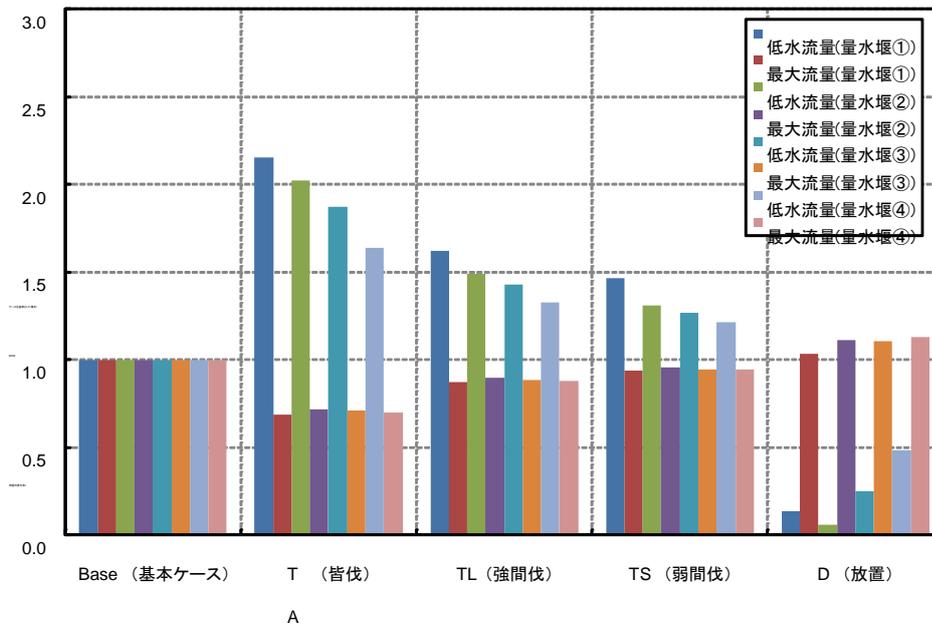


図 5 各シナリオにおける低水流量と最大流量の比較(貝沢試験流域、ステージ2)

## (8) 課題

各試験流域レベルでのモデル解析にあたって、流域境界を越えて地下水流動機構が想定されるなど、小流域レベルでの現況把握が欠かせない。解析精度の向上のため、モニタリング結果の蓄積と合わせ、水文地質状況を把握し、再現性解析を続けるなど、モデル改良が必要である。

## (9) 成果の発表

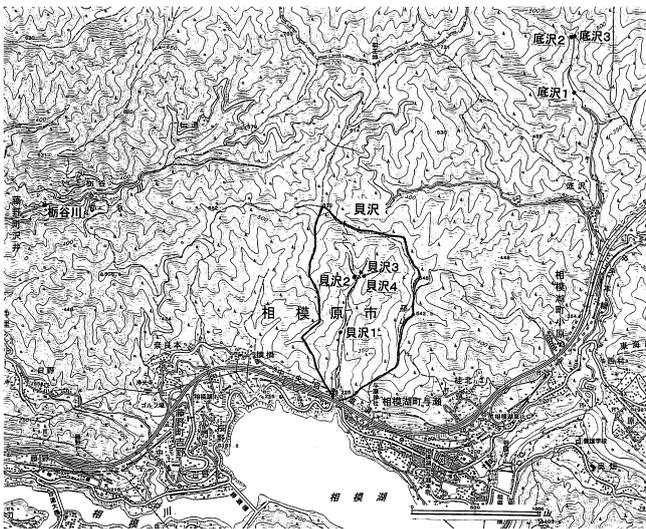
森康二ほか(2011) 森林の水源かん養機能の実態把握と将来予測のための水循環モデル構築、平成23年度砂防学会発表会

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

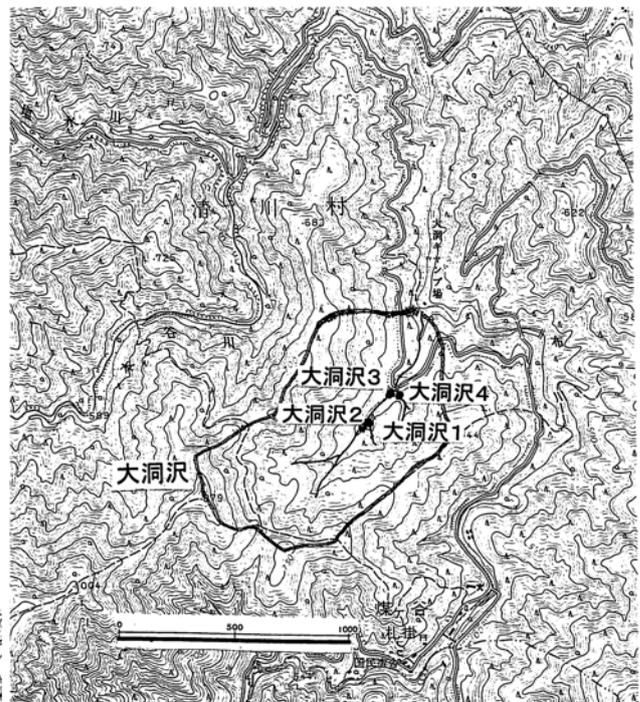
- (1) 課題名 2-1 森林の水源かん養機能保全に関する研究開発  
 A 森林の水源かん養機能評価と情報提供に関する技術の開発  
 Ah 対照流域法等によるモニタリング調査—流域周辺の水質観測—
- (2) 研究期間 平成21年度～
- (3) 予算区分 県単
- (4) 担当者 山根正伸・内山佳美・横山尚秀・相原敬二・三橋正敏・長田幸郎

### (5) 目的

森林管理を行うにあたり、森林の持つ水質浄化能力にどのような変化が生じるかが課題である。水源環境のモニタリング調査の一環として、水質構成に加え、水質の季節変化、経年変化などを把握し、流域特性によるものと大気汚染等の外的要因によるものとを判別しておく必要がある。そして、これらを施業前後の水質変化の把握に役立てる。



貝沢、底沢及び栃谷川



大洞沢



ヌタノ沢及び河内川

図1 採水地点位置

(国土地理院発行1/25,000地形図、与瀬、大山及び中川図副を使用しました)

## (6) 研究方法

水質の季節変化が把握できるよう、観測施設整備が行われた大洞沢、貝沢及びヌタノ沢の3試験流域及び流域周辺地の18ヶ所で毎月1回の頻度で溪流の水質調査を行っている。調査地点を図1に示す。

調査は、現地にて試料採取し、水温、pH、電気伝導度を測定し、実験室にて試料中の溶存イオン物質をイオンクロマトグラフを用いて分析する。解析は、それぞれの調査結果を時系列（グラフ）上で検討し、降雨等との関係、水質の季節変化パターン及び変化量として把握する。

なお、調査項目は、水温、pH、電気伝導度のほか、カリウムイオン（K<sup>+</sup>）などの陽イオン4項目、塩素イオン（Cl<sup>-</sup>）などの陰イオン3項目である。

## (7) 結果の概要

2010年度の水質観測結果を図2-1～3に示した。水質の基本項目である水温と電気伝導度、流域の地質等の流域特性を反映した硫酸イオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）、塩素イオン、カリウムイオンさらに大気汚染に関するpH、硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、硫酸イオンの季節変化について検討したところ、次のとおりであった。

- ア 水温は8月が最も高かったが、最低温度は、大洞沢と貝沢で2月、ヌタノ沢で1月に記録された。
- イ 大洞沢では、10、11月に溶存量の一時的な減少傾向が観測されているが、これは降雨の影響と考えられる。
- ウ 貝沢では、他流域に比べて溶存量が多い硫酸イオンは11月を底とする濃度の季節変化が認められる。同様の硝酸イオンは9月に濃度が増加し、次第に減少する変化が観測された。これらの変化は、大雨の影響の可能性がある。
- エ ヌタノ沢では、1月に電気伝導度、カルシウムイオン（Ca<sup>2+</sup>）が一時的に増加したが、量水堰工事等の影響であった可能性がある。

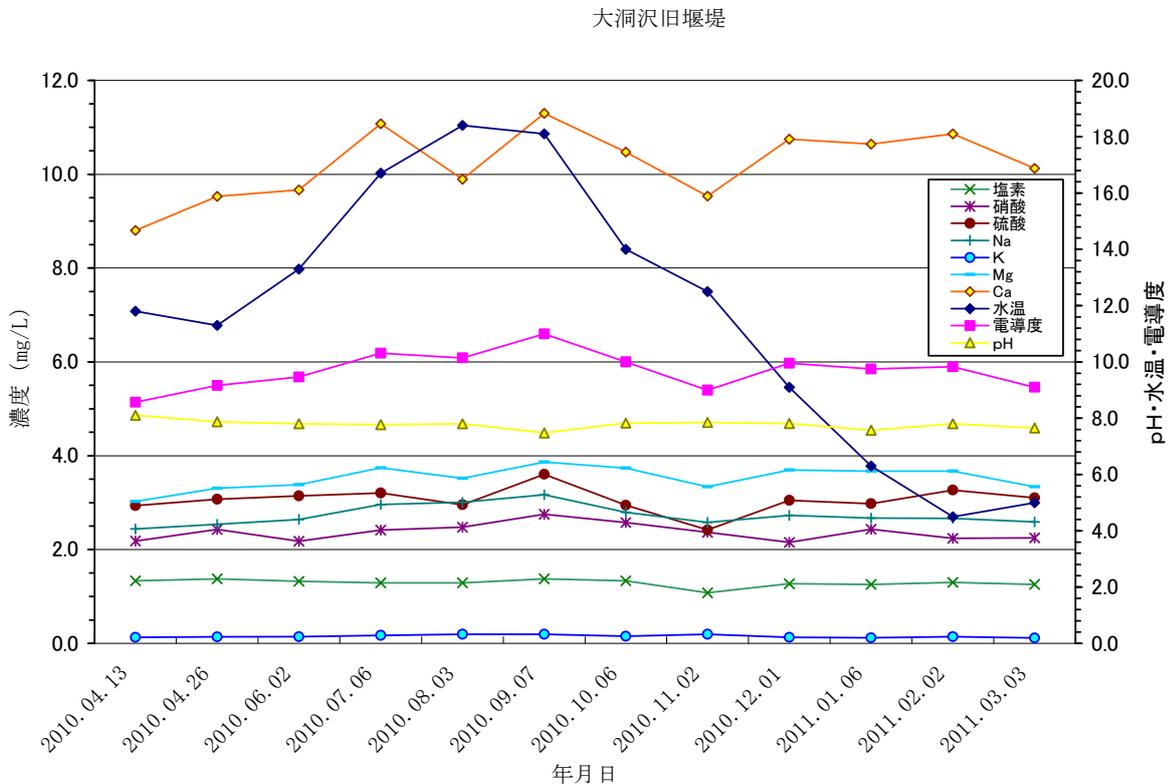


図2-1 大洞沢(旧堰堤)の水質観測結果

貝沢下流

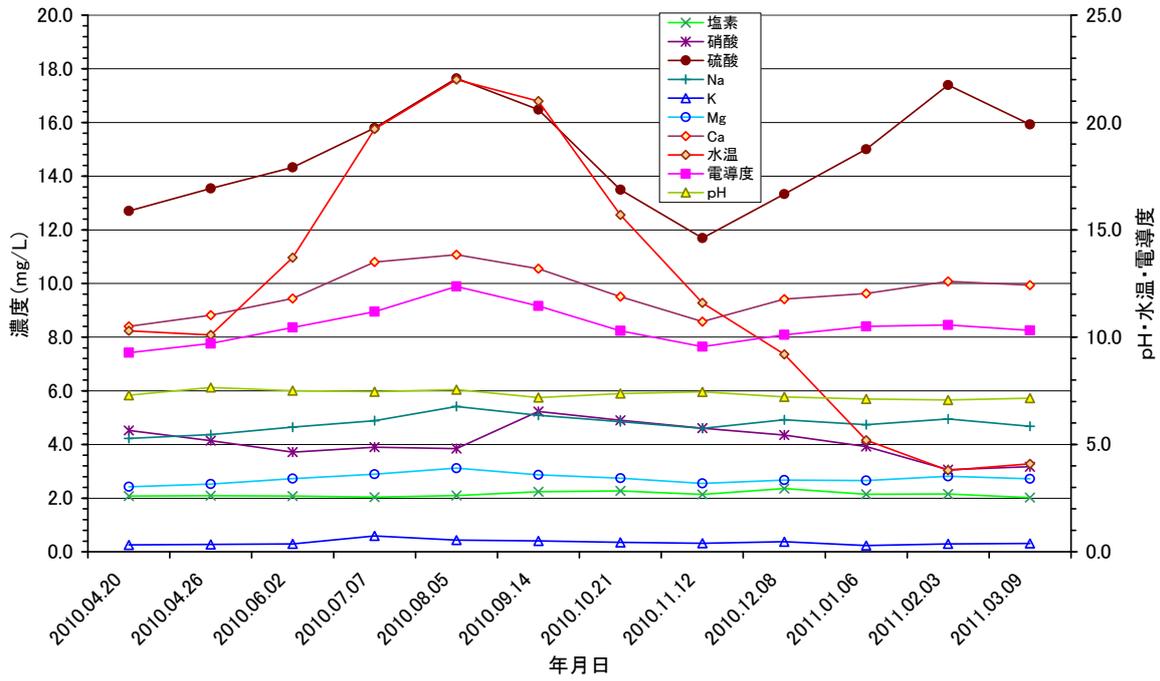


図2-2 貝沢(下流)の水質観測結果

ヌタノ沢の水質年間変化

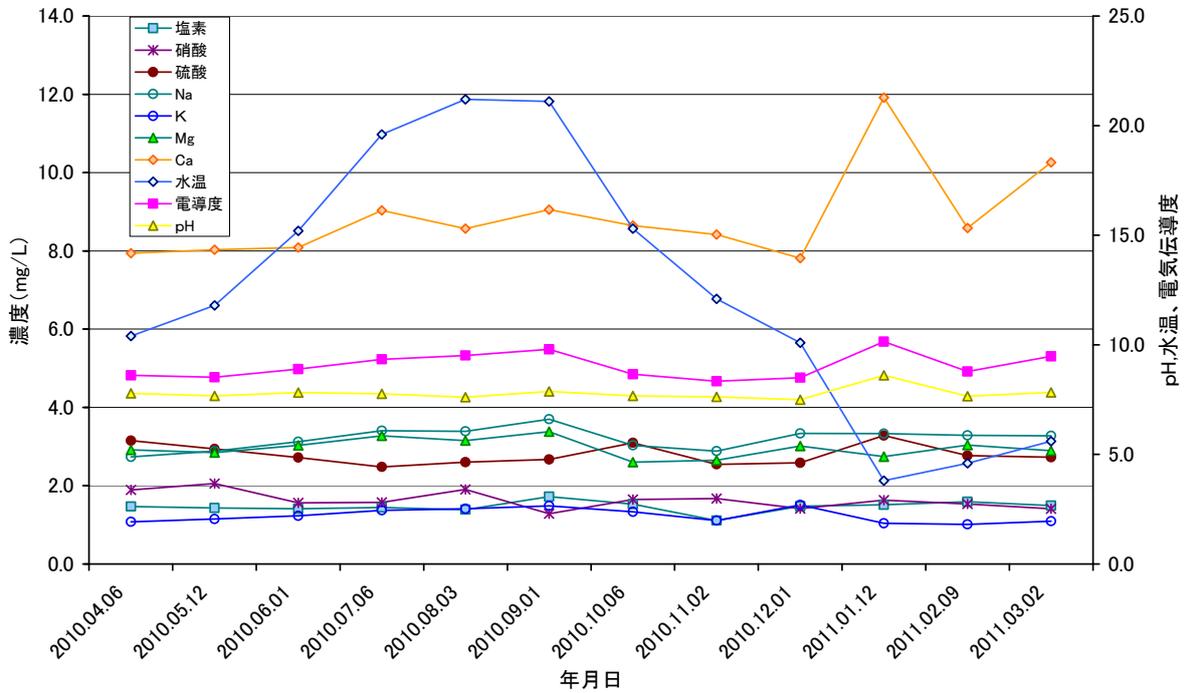


図2-3 ヌタノ沢(合流)の水質観測結果

オ カリウムイオン、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩素イオンについては、溶存量が少ないこともあり、目立った季節変化は認められない。

#### (8) 課題

各流域で量水堰整備等が一段落し、水量の観測データが蓄積されてきたことから、今後は降水量、流量と水質との関連、経年変化さらに大気汚染等の外的要因についても解析する必要がある。

#### (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

(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

Ba 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

(4) 担当者 田村 淳・山根正伸

(5) 目的

水源林整備事業に必要な森林整備技術などの技術開発として、水源林としての広葉樹林整備手法を検討し併せてその整備効果を追跡・検証する。平成22年度は、これまでと同様に整備地の林況・植生モニタリングのほかに過去に整備した広葉樹林の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は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、新たに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1年目の高木性樹木の更新状態を調査した。現地調査は、神奈川県森林組合連合会に委託した。

(6) 方法

調査内容は目的に記したように大きくわけて4項目ある。すなわち①林況・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9か所、②は6か所、③は10か所で行った(表1)。④は松田町寄のスギ人工林で行った。

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の調査枠を3点設置して、胸高直径、樹高、伐採木の根元直径、林床植被率、土壌深、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。

表1 H22年度調査地一覧

管内	契約地番号	場所	林況・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	林相
湘南	H11-分-04	秦野市堀山下字曾我屋敷	○		○	ヒノキ
	H09-分-04	秦野市蓑毛字諏訪入	○		○	スギ・ヒノキ
	H11-協-08	秦野市寺山		○	○	広葉樹
	H13-協-05	伊勢原市日向大山沢		○	○	広葉樹
県央	H15-協-24	相模原市津久井町青根 字長者舎	○		○	ヒノキ
	H12-協-27	相模原市津久井町鳥屋 字奥野	○		○	ヒノキ
	H13-寄-03	厚木市七沢字七久保	○		○	ヒノキ
	H15-育-01	愛甲郡清川村煤ヶ谷 字柿ノ木平	○		○	ヒノキ
	H9-協-02	愛甲郡清川村煤ヶ谷堤川		○	○	広葉樹
足柄上	H14-立-01	南足柄市雨坪字二ツ沢	○			ヒノキ
	H13-協-13	南足柄市矢倉沢		○		スギ/広葉樹
	H13-協-18	南足柄市苧野		○		広葉樹・アカマツ
	H16-協-23	足柄上郡山北町世附 字上ノ山	○	○	○	広葉樹
西湘	H16-分-07	小田原市久野字四ツ尾	○			ヒノキ

④の針広混交林化調査は次のとおりである。

- 2009年に25m×25mの伐採面（以下ギャップ）をつくり、その中央に10m×10mの柵を設置した。
- 試験区をギャップ内に4区設置した。柵外の斜面上部、中部、下部と柵内である。
- 斜面を3区分したのは、本試験地は南斜面であり、ギャップ内の斜面上部と下部では光環境が異なり、樹木の成長に差異が生じることが予想されたことによる。
- 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（樹種、密度、樹高）、動物の利用状況（センサーカメラ使用）を調べた。

## (7) 結果の概要

ア 水源林整備地のモニタリング調査（表2）

- ・ 平成22年度は、平成18年度に設定・調査した9地点で第2回目の調査を実施した。
- ・ 開空度は10%程度のところが多かった。
- ・ 林床植生は繁茂しているところが多くあり、乏しいところは2地点3試験区のみであった。
- ・ 土壌流出では、前回調査時よりも5cm以上の変化量を基準としたところ、2地点で「あり」と判定された。

表2 調査した9地点の結果

設定年	地点名	場所	森林タイプ	処理	光環境 (開空度 %)	林床植生	現存量 (g/m <sup>2</sup> )	土壌流出	幼密度	備考
2006年	H11-分-04	秦野市堀山下 字曾我屋敷	ヒノキ人工林	柵内	11	繁茂	241		極低	
			"	柵外	12	ある	102			
			"	柵内	9	繁茂	236			
			"	柵外	11	ある	122			
2006年	H09-分-04	秦野市糞毛 字諏訪入	スギ人工林	柵内	12	ある	200		極低	
			"	柵外	11	ある	158			
2006年	H15-協-24	相模原市津久井 町 青根字長者舎	ヒノキ人工林	柵内	10	ある	146		極低	
			"	柵外	10	乏しい	152	あり		
			"	柵内	12	ある	192			
			"	柵外	10	乏しい	121			
2006年	H12-協-27	相模原市津久井 町 鳥屋字奥野	広葉樹林	柵内	10	繁茂	241		極低	
			"	柵外	9	繁茂	141			
			"	柵内	18	繁茂	103			
			"	柵外	12	ある	156			
2006年	H13-寄-03	厚木市七沢 字七久保	広葉樹林	柵内	11	繁茂	225		高	
			"	柵外	12	乏しい	246			
2006年	H15-育-01	愛甲郡清川村 煤ヶ谷字柿ノ木平	スギ人工林	柵内	7	繁茂	239		高	
			"	柵外	17	繁茂	284			
2006年	H14-立-01	南足柄市雨坪 字ニツ沢	ヒノキ人工林	柵なし	11	ある	170		極低	
			"	"	10	ある	200	あり		
			"	"	12	ある	182			
2006年	H16-協-23	足柄上郡山北町 世附字上ノ山	広葉樹林	柵内	12	繁茂	202		中	
			"	柵外	13	繁茂	323			
2006年	H16-分-07	小田原市久野 字四ツ尾	ヒノキ人工林	柵なし	12	繁茂	254		極低	

判定基準：(現時点で暫定的)

(1) 林床植生；繁茂：草本層の被度60%以上、かつ現存量200g/m<sup>2</sup>

ある：草本層の被度○～60%、現存量○～200g/m<sup>2</sup>

乏しい：草本層の被度○%未満、または現存量○g/m<sup>2</sup>

(2) 土壌流出；学識経験者より「土壌流出は短期的な評価になじまない」という指摘があったため、50mm以上の  
変化量のあったところを「あり」とした。

イ 広葉樹林整備地の林分構造調査

- ・ 密度と胸高断面積合計値の関係から、成熟した段階の林分（H13-協-05）から弱齢段階の林分（H16-協-23）

までであることがわかった。

- ・ 同一地点内の施業の有無による林分構造の差異は、3か所のうち2か所において施業のある調査区で密度が低かった。未施業の調査区の直径階分布は小径階で密度の高いL字型を示した。
- ・ 開空度と林床植被率に明瞭な関係はなく ( $r^2=0.04$ )、それよりもシカの生息の有無による差異が大きかった。すなわち、丹沢山地内の調査地点では林床植被率は20%未満であったが、箱根外輪山の調査地点では50%以上であった。

表3 林分構造の概要

整理番号	場所	No.	施業の有無	優占種	密度 (n/ha)	胸高断面面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	開空度 (%)	林床植被率 (%)
H11-協-08	秦野市寺山	A	あり	エゴノキ	3,275	31.1	21.6	5.8
		B	なし	イヌシデ	825	31.3	22.9	18.8
		C	あり	イヌシデ	1,450	34.3	23.9	5.0
H13-協-05	伊勢原市日向大山沢	A	あり	モミ	800	53.7	15.7	3.3
		B	なし	モミ	1,075	57.2	13.1	1.9
		C	あり	モミ	575	55.0	10.1	0.4
H9-協-02	愛甲郡清川村煤ヶ谷堤川	A	あり	イヌシデ	1,125	26.1	26	4.0
		B	あり	ミズキ	2,075	42.6	21.6	3.3
		C	なし	イヌシデ	2,225	34.4	20.5	2.1
H13-協-13	南足柄市矢倉沢	A	あり	ミズキ	550	33.5	16.5	62.8
		B	あり	ミズキ	375	27.8	16.5	66.3
		C	あり	ミズキ	300	13.1	13.5	55.0
H13-協-18	南足柄市荻野	A	あり	アカマツ	1,500	44.4	16.4	77.5
		B	あり	アカマツ	1,150	43.9	16	67.5
		C	あり	ミズナラ	525	20.5	19.1	90.0
H16-協-23	足柄上郡山北町世附 字上ノ山	A	あり	ミズキ	325	8.7	15.9	13.8
		B	あり	ミズキ	575	16.1	16.5	5.3
		C	あり	アブラチャン	625	17.6	16.7	3.9

\* : 密度および胸高断面面積合計値は樹高 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

- ・ 動物が撮影された枚数に対するシカの撮影枚数の比率は、いずれの地区でも75%以上であった。
- ・ とくにシカの撮影枚数の多かった地点は「H09-協-02」と「H11-協-08」であった。両地点はこれまでのモニタリング結果において林床植生が乏しいところであった。
- ・ シカのほかにツキノワグマやカモシカなど11種の哺乳類とキジの鳥類1種が撮影された。

#### エ 針広混交林化調査

開空度は柵内で27%ともっとも高く、斜面上部で23%、中部で22%、下部で18%という順であった。各試験区の出現種数 (40m<sup>2</sup>) は柵内で83種ともっとも多く、斜面上部で48種、中部で40種、下部で39種という順であった。調査枠単位 (4m<sup>2</sup>) の出現種数においても柵内で28種ともっとも多く、斜面上部、中部、下部よりも約2倍多かった。更新木の種数は柵内で20種ともっとも多く、柵外の3区は5~8種であった。更新木の密度も柵内でもっとも多く、柵外の18~23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、アカメガシワであった (表4)。他にはオオバキハダやコナラといった、これら3種と比較して寿命の長い樹種も出現した。先駆樹種の3種の樹高はいずれも柵内で高く30~60cmあったが、柵外ではいずれも14cm未満であった (図1)。柵外の3試験区では斜面上部で樹高が高い傾向があった。動物の利用状況については、12月から1月にかけて4種の動物が撮影され、両月ともにシカの撮影枚数が多く、9割近くを占めた (図2)。

以上のことから、事業実施後1年目において柵内外で出現種数、密度、樹高に差異があり、シカの採食影響が

強いことを確認できた。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 (/100m<sup>2</sup>)

	柵外			柵内
	斜面上部	斜面中部	斜面下部	
フサザクラ	150	350	525	17,100
カラスザンショウ	1,250	975	400	13,100
アカメガシワ	150	75	75	3,625
ヌルデ	25			575
ヤマグワ	25			575
クマノミズキ				550
スギ	325	125	900	550
オオバキハダ				400
コナラ		25		100
アカシデ		25		50
ネムノキ		25		50
ヤマハンノキ				50
アオダモ				25
イヌシデ				25
イロハモミジ	25			25
クマシデ				25
コブシ				25
ハゼノキ				25
ミズキ				25
ヤマザクラ				25
ヤマボウシ	125	25		
リョウブ			50	
合計	2,075	1,625	1,950	36,925



写真1 夏季の植生状態



写真2 柵内の状態

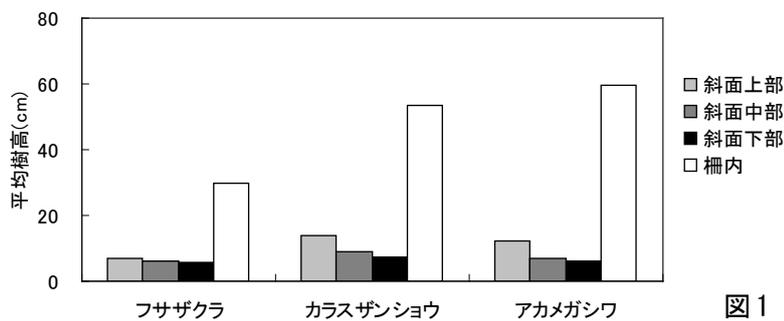


図1 密度の高かった3樹種の樹高

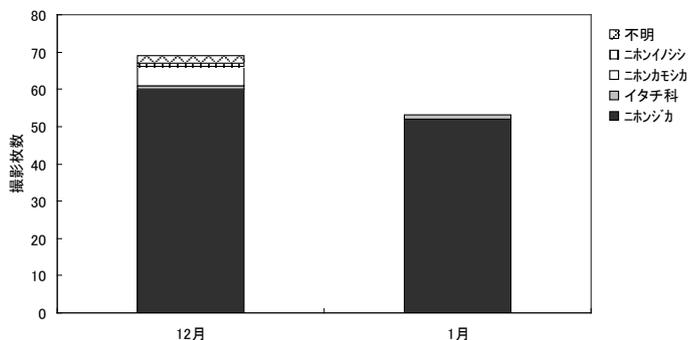


図2 センサーカメラによる動物の撮影枚数

#### (8) 課題

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

#### (9) 成果公表

なし

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

(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

Bb. 水源林の保全と再生技術の開発に関する研究(水源林ニホンジカ管理モデル開発)

(2) 研究期間 平成 19～23 年度

(3) 予算区分 県単(水源特別会計: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。

(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 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、対照区について、それぞれ 2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、4～6名の調査員を 55m 間隔で配置し、5m ごとに 1m x 1m の枠を地面に設置して、枠内のシカ糞をカウントした。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。シカの糞粒と形状の似ているカモシカのため糞や、ウサギの円盤状の糞は慎重に判別し、カウントから除外した。この方法で得た平成 20～22 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。

① 個体識別の不要なカメラトラップ法

松田町寄水源林に、丹沢山で使用したものとほぼ同性能の自動撮影カメラを、シカの新しい糞や踏み跡などが確認された獣道に向け設置した。カメラは設置から 9～10 日経過後に、設置場所を 1回移動し、再び 12～13 日間設置した。

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 ( $r$ ,  $v$ ,  $g$ ) 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。

式1における移動速度( $v$ )および集団サイズ( $g$ )は、調査地域でシカに装着したGPS発信器から得られた10ヶ月間のデータを用いて評価した。本調査は、主に2月に行われたため、今回の密度評価に使用する移動速度は、2月に得られたデータを使用することとした。平均集団サイズは、餌を撒いた20箇所に、13日間～15日間カメラトラップを設置し、撮影されたシカの平均頭数から評価した。

#### イ. シカの行動特性把握

GPS首輪装着のための捕獲は、2010年10～11月に実施した。2009年度に装着したGPS首輪の回収は2009年11月に行った。今年度首輪を装着した個体の位置確認は、2011年2月14日まで実施した。本年度捕獲を行った2頭のうちの1頭のシカ(個体名:寄1001、2010年10月5日)の位置情報が数ヶ月間に渡り変化していないことが、行動追跡調査の結果から確認され、脱落しているGPS首輪が発見された。発見された首輪には脱落装置部分が不自然に外されている形跡があったことから、GPS首輪を装着したシカが管理捕獲により撃たれた後に外され放置されたと考えられたことから、回収されたGPS首輪を別の個体に再装着するために麻酔銃による捕獲を2011年2月21日～2月25日に試みた。

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、オプションとして死亡状態センサーと温度センサーが内蔵されている。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。

### (7) 結果の概要

#### ア. シカ生息密度推定

寄で行った調査ではカメラトラップの合計は264台日であった。カメラは12台用い、11日間ずつ、それぞれ2地点に設置した。一カ所につき11日間設置されたことにより蓄積された。カメラトラップによる密度評価の結果、シカの平均密度は21.9頭/k<sup>2</sup>(信頼区間:16.7-57.8頭)と推定された。

区画法による寄沢左岸の生息密度は、平成19年度に24.0頭/k<sup>2</sup>と増加し、平成20年度は19.4頭/k<sup>2</sup>と、平成21年度は13.2頭/k<sup>2</sup>と推定されている。近隣の秦野峠地域の区画法による生息密度は、14.9頭/k<sup>2</sup>～37.3頭/k<sup>2</sup>と変動がみられた。また、糞粒密度により推測されたシカ生息密度は、寄沢奥地域以外では、安定して20頭/km<sup>2</sup>内外であった。これらからカメラとラップ法による推定値は、他の方法と大きな差が無く、一定の信頼性のある密度が推定されていると考えられた。

表2-7. 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
平成19年度	寄沢左岸		24.0	
	秦野峠		14.9	
平成20年度	寄沢奥	63.6		
	寄沢右岸	25.2		
	寄沢左岸	17.5	19.4	
	秦野峠	21.4	37.3	
平成21年度	寄沢奥	38.1		
	寄沢右岸	25.6		21.9
	寄沢左岸	19.7	13.2	(1.4~61.0)
平成22年度	秦野峠	17.2	19.3	
	寄沢奥	5.0		
	寄沢右岸	26.3		16.4
	寄沢左岸	18.3		(8.3~28.3)
	秦野峠	14.5		

\*. 平成20年度「神奈川県特定鳥獣保護管理委託業務」調査報告書と平成21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

#### イ. シカの行動特性

今回の GPS 装着個体は、寄水源林管理林道の間付付近で捕獲した成獣メス 2 頭である。この結果、昨年度装着度の成獣オス 1 頭、成獣メス 1 頭に加えて計 4 頭となった。

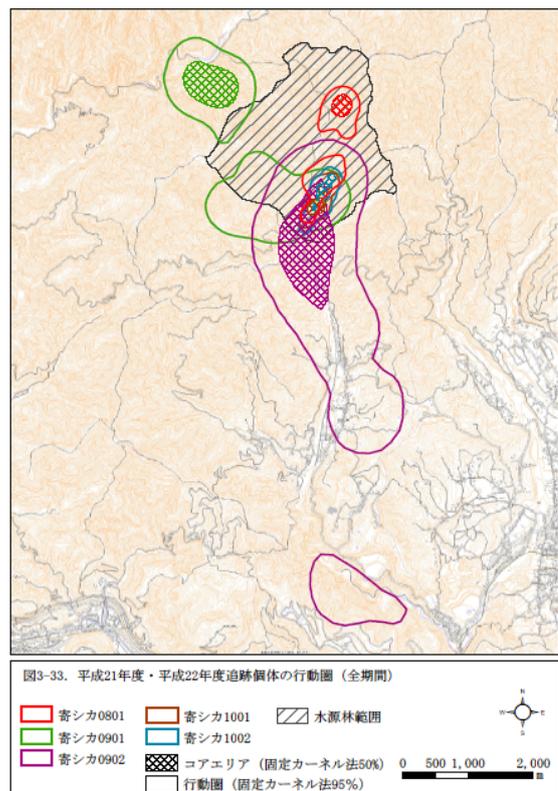
装着個体の GPS データの取得状況は、昨年度捕獲の寄シカ 0901、0902、今年度捕獲の 1001 における、データの精度が高いとされる 3D 精度のデータは、それぞれ 89.2%、90%、94.4%、95.6% と高率であった。

各個体の定位点と行動圏を図と表にまとめた。寄シカ 0901 の年間行動圏は、雨山峠の南側と北側に分かれて 2 つ形成され行動圏面積は、秋季が最も大きく、次いで冬季が大きかった。

寄シカ 0902 の全期間の行動圏は寄水源林のゲートを中心に南北に広がった形で形成されていた。行動圏の面積は他の追跡個体より全般に大きく最外郭法 100% 行動圏は 1000ha 前後であった。

寄シカ 1002 の行動圏は、寄水源林内の限定された場所で、100% 最外郭法行動圏面積は 30ha 前後と、他の追跡個体より顕著に小さかった

以上の結果から、寄水源林付近に生息するシカは、大小の季節移動が見られるタイプ (0801、0901、0902) や、定住型を示すもの (102) など異なるタイプが確認された。



時期	計算法 個体ID 性別	最外郭法100% (ha)				固定カーネル法50% (ha)			
		901 ♂	902 ♀	101 ♀	102 ♀	901 ♂	902 ♀	101 ♀	102 ♀
冬期	12-3	310.2	1028.3		104.4	63.0	86.4		32.8
春期	4-6	78.3	929.3			13.8	190.1		
夏期	7-9	307.3	1074.1			9.2	112.5		
秋期	10-11	441.7		41.3	39.7	82.5		41.3	27.1
通年		554.3				45.7			

(8) 成果の発表

1. 姜 兆文・山根 正伸・今野 建志郎・山田 雄作 (2010) 個体識別の必要ないカメラトラップによるシカ生息密度評価法. 第58回日本生態学会

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (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  
C 広葉樹実生図鑑の作成
- (2) 研究期間 平成 22 年度
- (3) 予算区分 公共（林業普及システム化事業費）
- (4) 担当者 田村 淳

### (5) 目的

神奈川県では平成 9 年度から水源林地域において広葉樹林の整備を実施している。この整備では受光伐などにより高木種の更新木を確保することが一つの目的である。市町村がたてる市町村森林整備計画において、計画期間の 10 年間の間に樹種転換が必要な地域を定めて管理することになっており、その更新完了の基準として県は『天然更新完了基準』を作成した。

このように広葉樹林における施業、あるいは広葉樹林に転換する施業が多くなっており、施業担当者やモニタリング従事者が更新木を現地で識別する能力が必要になっている。しかしながら、樹木実生の識別は難しく、高木種と雑草木の見分けがつかない場合が多い。その理由の一つは、既存の樹木図鑑は成木の形態を図示して記載したものが多く、一方で当年～数年生の実生は成木と異なった形態を呈していることが多いことである。

そこで、広葉樹林施業や広葉樹に転換する施業に関わる担当者や調査者に役立つ広葉樹実生図鑑を作成する。

### (6) 研究方法

#### ①広葉樹実生の写真収集

これまでに撮りためた広葉樹実生の写真を整理する。また、新たに発見した実生や稚樹の写真を撮影、収集する。同定困難な種は実生を掘り取って育苗する。

#### ②広葉樹実生図鑑の作成

実生の写真とその特徴（県内の分布や生活型、実生の識別点など）を簡潔にまとめた図鑑を作成する。

### (7) 結果の概要

掲載した種数は合計で 119 の種と変種、亜種であった（表 1）。そのうち一年生の実生の写真は 69 の種と変種、亜種であった。残りの 50 種は数年生の稚樹の写真を掲載した。なお掲載順は、分子系統学の立場から体系化された『植物分類表』（大場編）の科名の配列に準拠した。

### (8) 課題

- ・県内に生育する広葉樹は約 450 種あるため、掲載種を増やすべく写真をとりにためる。
- ・定期的に改訂版をホームページ上に掲載する。

### (9) 成果の発表

神奈川県自然環境保全センター（2011）神奈川県広葉樹実生図鑑. 133pp, 神奈川県自然環境

保全センター，厚木.

表 1 掲載種一覧

科名	種名	実生写真	ページ	科名	種名	実生写真	ページ
マツブサ	シキミ	○	12	ジンチョウゲ	ミツマタ		72
モクレン	ホオノキ	○	13	ムクロジ	アサノハカエデ		73
モクレン	コブシ	○	14		ホソエカエデ		74
クスノキ	アブラチャン	○	15		チドリノキ	○	75
	クロモジ	○	16		ミツデカエデ	○	76
	タブノキ	○	17		カジカエデ	○	77
フサザクラ	フサザクラ		18		コミネカエデ	○	78
アケビ	ミツバアケビ	○	19		イロハモミジ	○	79
メギ	ヒイラギナンテン		20		オニイタヤ	○	80
アワブキ	ミヤマハハソ	○	21		イトマキイタヤ	○	81
ヤマグルマ	ヤマグルマ		22		ウリハダカエデ		82
ブドウ	ツタ (ナツツタ)		23		オオイタヤメイゲツ	○	83
ミツバウツギ	ゴンズイ		24		コハウチワカエデ		84
	ミツバウツギ		25		トチノキ	○	85
キブシ	キブシ		26	ウルシ	ヌルデ		86
ニシキギ	ツルウメモドキ	○	27	ミカン	コクサギ	○	87
	マユミ	○	28		オオバキハダ	○	88
	ユモトマユミ	○	29		カラスザンショウ	○	89
トウダイグサ	アカメガシワ		30		サンショウ	○	90
マメ	ネムノキ		31	ミズキ	ヤマボウシ	○	91
バラ	アズキナシ		32		クマノミズキ	○	92
	ウラジロノキ		33		ミズキ	○	93
	マメザクラ	○	34	アジサイ	ウツギ		94
	カスミザクラ	○	35		マルバウツギ		95
	ミヤマザクラ		36		タマアジサイ		96
	ヤマブキ	○	37		ガクウツギ		97
	ウワミズザクラ	○	38	ツバキ	チャノキ		98
	シウリザクラ		39		ヒコサンヒメシヤラ	○	99
	カマツカ	○	40	サクラソウ	ヤブコウジ		100
	ナナカマド		41	エゴノキ	オオバアサガラ	○	101
	コゴメウツギ	○	42		エゴノキ	○	102
	カナウツギ		43		ハクウンボク	○	103
グミ	マメグミ		44	マタタビ	ミヤママタタビ		104
	ナツグミ		45	リョウブ	リョウブ		105
クロウメモドキ	クロウメモドキ	○	46	ツツジ	サラサドウダン		106
ニレ	オヒョウ		47		アセビ	○	107
	ケヤキ	○	48		シロヤシオ		108
アサ	ムクノキ	○	49		トウゴクミツバツツジ		109
	エゾエノキ	○	50	ガリア	アオキ		110
	エノキ	○	51	モクセイ	ケアオダモ (アオダモ)	○	111
クワ	ヤマグワ		52		ヤマトアオダモ		112
イラクサ	コアカソ		53		シオジ	○	113
ブナ	クリ		54		マルバアオダモ		114
	スダジイ		55		トウネズミモチ	○	115
	ブナ	○	56		ミヤマイボタ	○	116
	イヌブナ		57		ヒイラギ	○	117
	ミズナラ	○	58	シソ	ムラサキシキブ		118
	コナラ	○	59		クサギ		119
	アラカシ		60	ハナイカダ	ハナイカダ	○	120
	シラカシ	○	61	ウコギ	コシアブラ		121
カバノキ	ミヤマヤシヤブシ		62		ヤマウコギ		122
	ケヤマハンノキ	○	63		ミヤマウコギ		123
	ミズメ		64		ハリギリ		124
	サワシバ		65	レンブクソウ	コバノガマズミ	○	125
	アカシデ		66		ゴマキ		126
	イヌシデ	○	67		オオミヤマガマズミ		127
	ツノハシバミ		68	スイカズラ	ツクバネウツギ		128
	アサダ	○	69		スイカズラ	○	129
クルミ	サワグルミ	○	70		ニシキウツギ		130
アオイ	シナノキ	○	71				

## 2 豊かで活力ある公益的機能の高い森林の整備

- (1) 課題名 2-2 公益的機能を活かす森林活用の研究開発  
A 森林吸収源計測・活用体制整備強化事業
- (2) 研究期間 平成 15～22 年度
- (3) 予算区分 受託研究
- (4) 担当者 田村 淳・山根正伸・相原敬次・越地 正・内山佳美・三橋正敏

### (5) 目的

気候変動条約・京都議定書による温室効果ガス排出削減目標達成のため、透明性、正確性、検証可能性、一貫性、完全性を持つ森林吸収量算定用データの収集が必要となっている。そこで、森林吸収量算定の基礎データの収集の全国調査の一環として、神奈川県における枯死木・リター・土壌中炭素量に関するデータ収集を行った。なお本課題は林野庁の委託事業「森林吸収源インベントリ情報整備事業」として行ったものであり、現地調査から分析資料の調整までが業務である。分析と解析は（独）森林総合研究所が担当である。

### (6) 研究方法

インベントリ土壌調査を次のとおり行った。

#### ①調査地

森林資源モニタリング調査プロット 2 地点（表 1）。

#### ②-1 枯死木調査

林床の枯死木（直径 5 cm 以上）の大きさをモニタリングプロット大円の南北方向と東西方向の直径上で計測した。

#### ②-2 堆積有機物量調査

大円内の 4 地点において、林床に堆積している有機物の厚さを計測し、試料を採取した。調査面積は  $0.25\text{m}^2$  ( $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ )。

#### ②-3 土壌炭素蓄積量調査

堆積有機物量調査を実施した 4 地点において、地表から 40cm 深までの土壌記載と写真撮影を行い、30cm 深までの炭素分析用の土壌試料と、容積重測定用の定体積試料を 3 層位で採取した。

#### ③室内作業

容積重測定では、円筒試料の全乾燥重量から礫・根重量を差し引いて細土重量を求めた。これにより一定容積あたりの細土土壌の重量（容積重）がわかる。土壌試料は風乾後に篩で礫と植物遺体を除外して保存・分析用とした。堆積有機物は乾燥後に重量測定を行った後、4 地点の試料を混合した。この混合試料は炭素・窒素の分析に用いるとともに、保存用試料とした。なお、本調査の実施については「森林吸収源インベントリ情報整備事業」森林土壌インベントリ方法書に沿ったものである。

表 1 調査地の概要

森林資源モニタリング調査 ID	140115	140125
場所	鎌倉市浄明寺	横須賀市秋谷
調査年月日	H22.11.25	H22.11.8
林相	スギ林	広葉樹林
調査グレード	2	2

(7) 結果の概要

- ・ 土壌試料と堆積有機物試料を事務所に持ち帰り、分析用の前処理を行った。
- ・ 分析用の土壌と堆積有機物試料を平成 23 年 1 月中に森林総合研究所に送付した。

①140115 の写真



林相 (W から S 方向)



N 方向 土壌断面

②140125 の写真



林相 (S から E 方向)



N 方向 土壌断面

(8) 課題

特になし

(9) 成果の発表

なし

### 3 持続可能な資源の利用と管理

- (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 花粉のないスギ・ヒノキ実用化プロジェクト
- (2) 研究期間 平成20～22年度
- (3) 予算区分 県単（科学技術・大学連携室 地域科学技術振興事業 政策課題研究）
- (4) 担当者 齋藤央嗣・毛利敏夫・河野明子

#### (5) 目的

本研究は、社会的に大きな問題となっているスギ・ヒノキ花粉症の対策として、雄性不稔（花粉を全く飛散させない）苗木生産技術の開発により、花粉症問題を解決する事を目的としている。当センターでは以前より雄性不稔を研究しており、既に花粉の少ないスギ・ヒノキ品種の選抜を実施し実用化した。しかしこれらは無花粉品種ではないため、ある程度花粉を飛散させてしまう。そこで研究を進めた結果、県内から雄性不稔スギを1本発見し、ヒノキ候補木を探索中である。これらの雄性不稔品種を実用化できれば、花粉症発生源対策として活用できる。なお、不稔形質には未解明な点が多く、当センターでは施設設備の問題から実施不可能な部分があることから、該当する研究項目の一部については先端的な研究機関と連携しながら、実用化に向けて課題を解決するものである。

#### (6) 研究方法

##### ①本県産精英樹系統の雄性不稔品種の開発（スギ）

雄性不稔遺伝子を保有する複数の精英樹（形質が優れており選抜されたもの）スギ同士を交配させ、新たな系統の雄性不稔品種を作出選抜する。また、他県で発見された別の不稔系統の交配を行い、複数の不稔遺伝子を持ったスギの作出を目指す。

##### ②神奈川県産スギ精英樹の雄性不稔遺伝子解析

神奈川県産スギ精英樹のうち1品種が雄性不稔遺伝子をヘテロで保有することが確認されており、さらなる発見が期待される。そこで、その他の本県産精英樹と雄性不稔スギを交配して保有する雄性不稔遺伝子の解明を行い、新たな雄性不稔系統を探索する。

##### ③ヒノキ早期着花検定技術の開発（森林総研との共同研究）

ヒノキでは未確立な早期育成・着花技術を、遺伝子分析や組織培養などの新たな手法により開発し、雄性不稔性を持つヒノキ品種の早期開発に活用する。

##### ④雄性不稔家系調査（ヒノキ）

ヒノキについて、母親の判明している苗木を用い、強制着花により雄性不稔個体の選抜を行う。雄性不稔が発現した苗木を発見後、母親の確定を行い育種素材とする。

##### ⑤雄性不稔種子生産および雄性不稔苗木検定技術の開発（スギ）

遺伝的多様性を持つ雄性不稔苗木を得るには、種子から実生苗を生産する必要がある。そこで、他品種の花粉が侵入しない閉鎖施設等を利用し、不稔個体と不稔ヘテロの花粉親個体との交配による、不稔種子生産試験を行う。また、この手法で得られる苗の半数は雄性不稔であるが、半数は可稔苗となるので、簡易に雄性不稔を検定できる技術を開発し、雄性不稔苗木生産技術の確立を図る。

#### (7) 結果の概要

##### ①スギ精英樹系統の雄性不稔品種の開発（スギ：保全センター）

無花粉スギの無花粉率の向上を図るため、別の無花粉遺伝子を持つ新大1号、5号、8号に神奈川県産精英樹を交配した。6組み合わせを実施したが、無花粉個体はえられなかった。しかし田原1号と異なる不稔遺伝子ヘテロの神奈川県産精英樹F1が8本えられた。今後閉鎖系採種園で2つの雄性不稔遺伝子を導入するため交配に活用する。

##### ②神奈川県産スギ精英樹の雄性不稔遺伝子解析（スギ：保全センター）

これまでの交配結果から、神奈川県選抜精英樹のうち現在までに中4ほか2クローンがヘテロと確認、交配家系を育苗している。さらに富山不稔との人工交配により新たにもう1クローンがヘテロの可能性があり、確定のため早期検定を実施した。

### ③ヒノキ早期着花検定技術の開発（森林総研育種セ）

早期着花手法の確立、早期着花及び増殖のための伸長促進、交配母材の確認のための系統管理について委託を行ない、引き続きヒノキ苗についてジベレリンペースト処理を行い、一定の着花が確認されたため、マニュアルを作成した。また遺伝母材の系統管理のため採種園におけるヒノキの全個体のDNA分析を実施し、材料の確定を行った。

### ④雄性不稔家系調査（ヒノキ：保全センター）

平成16年より分析を続けている（53家系4,838本）。しかし昨年までに不稔の可能性が高いと思われた個体8本はすべて可稔個体であることが明らかになった。無着花8本について引き続き着花を確認するとともに強制着花で6年間も雄花がつかなかったため、少花粉ヒノキ候補木として選抜する。

### ⑤スギ雄性不稔種苗生産の実用化技術の開発（スギ：保全センター）

苗木生産者で実施している無花粉スギ実用化試験で昨年度開発した無花粉スギ簡易検定手法について実施時期や手法の改良を行い、判定率が98%に向上した。この簡易検定法により苗木の検定を実施したところ、横浜地区では無花粉スギ397本/1,365本（29.1%）、小田原地区152本中無花粉スギ50本（32.9%）、計347本の無花粉スギ実生苗が得られた。ただし期待値（1/2）から外れることから今後閉鎖系採種園の確認を実施する。

## (8) 課題

不稔検定手法については、引き続き効率化のための改良の検討を行う。また不稔ヒノキ探索については、引き続き野生個体を探索を実施する。

## (9) 成果の発表

・齋藤央嗣・藤澤示弘・越地正・毛利敏夫・河野明子（2010）無花粉スギの出荷-第61回全国植樹祭での種苗・育種関係事業の取り組み-, 林木の育種237、林木育種協会

表 平成23年春山だし苗の苗木生産者における無花粉検定結果

苗の種類	生産者A	生産者B	生産者C	生産者C	合計
	閉鎖系採種園 産種子	閉鎖系採種園 産種子	人工交配苗 期待値1/2	閉鎖系採種園 産種子	
調査本数	857	160	324	730	2,071
花粉あり	603	102	132	233	1,070
無花粉	222	50	117	58	447
出現率	26.9%	32.9%	47.0%	19.9%	29.5%
期待値	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
無着花	32	8	75	439	554



写真1 全国で初めて全国植樹祭に出荷された無花粉スギ実生苗

表 野外での簡易検定による無花粉の判定率

年次	調査本数	内雄花有 調査数	無花粉	誤判定	誤判定率	対無花粉 誤判定率
2010	2,815	2,762	683	17	0.6%	2.5%
2011	2,071	1,517	447	3	0.2%	0.7%
合計	4,886	4,279	1,130	20	0.5%	1.8%

※誤判定の確認は、実体顕微鏡による



写真2 少花粉ヒノキ候補木

### 3 持続可能な資源の利用と管理

- (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 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。無花粉スギ出現率の検定を実施した。閉鎖系採種園産種子は、平成19年の造成時に生産した種子を用いたところ、無花粉スギは、いずれも  $1/3$ ～ $1/4$  出現率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、47%で期待値に近い値となった。このため、無花粉発現率の低下は苗木生産上の問題ではなく、閉鎖系採種園への導入クローンの問題か、施設への花粉の混入などの施設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精英樹の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早期検定のため播種を行った。グロースチャンバで育苗している（写真1）。

##### 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では、48,476 個/cm<sup>2</sup> に達しているが閉鎖系温室は4,331 個/cm<sup>2</sup> にとどまり 1/10 以下であった(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。開花調査では雄花が高温高湿によるカビが発生し、花粉飛散量が減少する一因となっていると思われた。

### (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考察される。前者であれば、②父親実生苗による無花粉スギ検定により一定の判断が下せる見込みであるが、後者の場合、単木単位で DNA 分析の実施が必要になる。また閉鎖系施設の花の飛散の問題が明らかになったことから、その環境改善のための試験を検討する。

### (9) 成果の発表

- ・ 齋藤央嗣・藤澤示弘・越地正・毛利敏夫・河野明子 (2010) 無花粉スギの出荷-第61回全国植樹祭での種苗・育種関係事業の取り組み-, 林木の育種237、林木育種協会
- ・ 齋藤央嗣、渡邊敦史、西川浩己、袴田哲司 (2011) 農林水産施策を推進する実用技術開発事業「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と品種開発」, 林木の育種238、林木育種協会



写真1 無花粉スギ実生苗の早期検定



写真2 閉鎖系採種園内の雄花のカビ

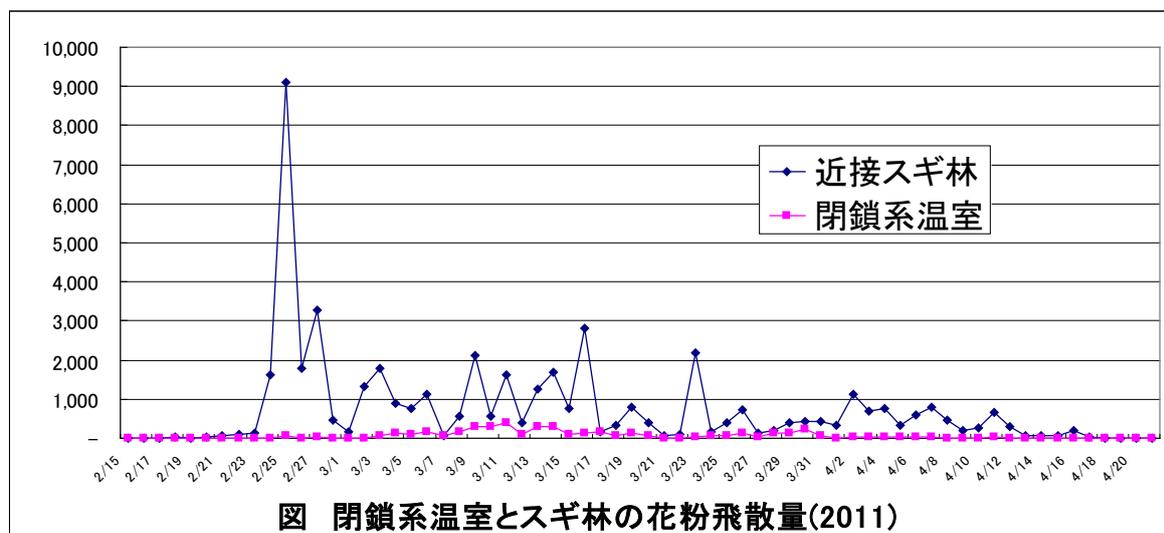


図 閉鎖系温室とスギ林の花の飛散量(2011)

### 3 持続可能な資源の利用と管理

- (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・ヒノキ花粉発生源地域推定事業  
—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—
- (2) 研究期間 平成20～23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ため、予測の精度を上げるには長期にわたる継続調査が必要となる。

なお、本事業は全国林業改良普及協会からの受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22年度までの年次変動を図1に示した。平成22年11月に調査した30林分の着花点数の平均値は、75.3点となり、昨年より15.7点より4.8倍も多くなった。本調査開始後13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1.8倍となり、調査期間を通じて最も高い点数となった。また、地域的な特徴として、小田原市などの県西部は県内平均値より高く、相模原市や秦野市などの県北部や北西部ではやや低い着花点数となった。(図2)。平成23年春の花粉飛散量は、少なかった前年と比べると大幅に増え、非常に多くなると予想された。

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(図3)。平成22年夏の気象(横浜地方気象台「海老名」観測点)によると、7月の平均気温は平年の110%と高く、降水量は75%と少なかった。特に日照時間は平年の144%とかなり多かった。8月の平均気温も平年の108%と高く、降水量は平年の51%とかなり少なかった。8月の日照時間も平年の138%と7月に引き続きかなり多い。こうしたことから、今回調査したスギ雄花の着花点数が高かった主因は、7月から8月にかけての高温少雨と日照時間が非常に多かったことが影響したと考察される。

##### 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た。

(9) 成果の発表

- ・雄花着花調査の結果は、平成 22 年 12 月 17 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 23 年春の花粉飛散量は非常に多い）。
- ・齋藤央嗣・越地正（2010）神奈川県におけるスギ林の着花状況と花粉飛散．日本花粉学会 51 回大会（口頭発表）

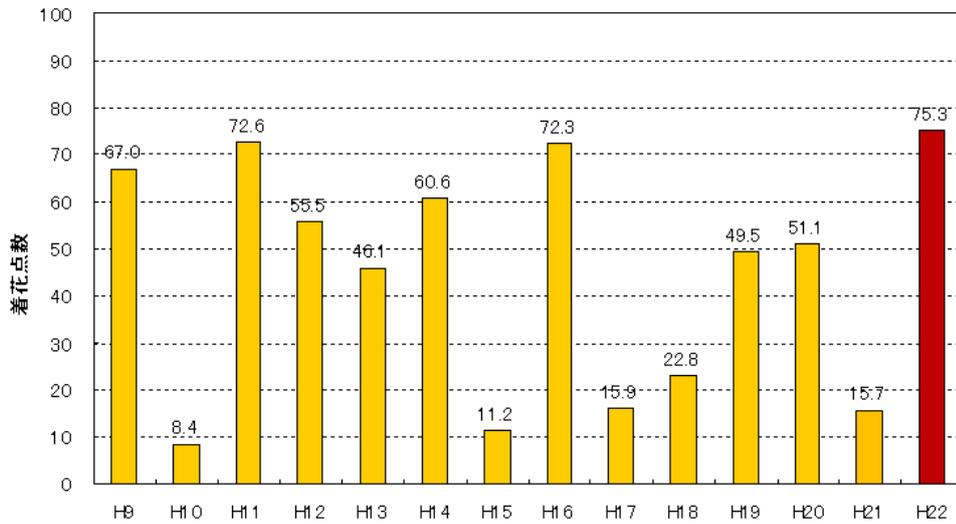


図1 県内スギ林30箇所の平均着花点数の年変化  
(13年間の総平均値:42.2)

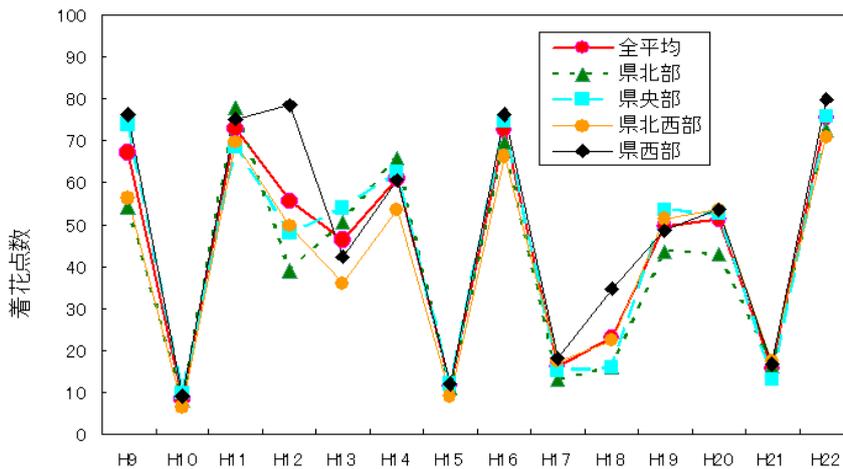


図2 地域別の着花点数の年変化

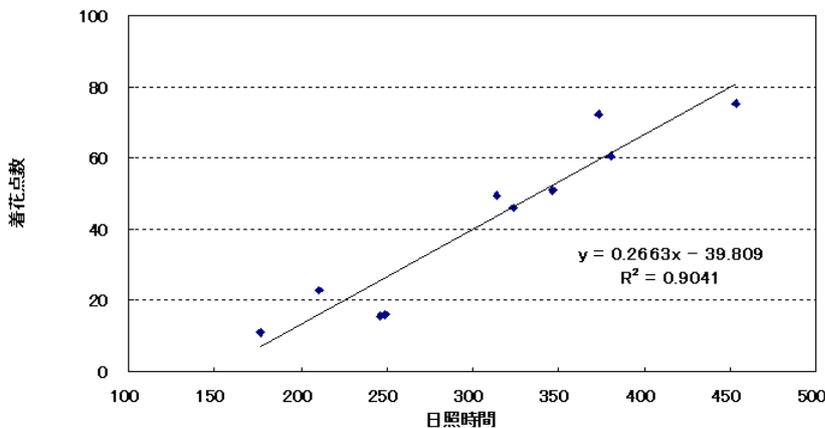


図3 7月と8月の日照時間と着花点数との関係  
(横浜地方気象台:海老名観測所)

### 3 持続可能な資源の利用と管理

- (1) 課題名 3-1 スギ・ヒノキ花粉削減に関する総合的研究  
D スギ・ヒノキ林の花粉削減研究
- (2) 研究期間 平成 22～26 年度
- (3) 予算区分 県単
- (4) 担当者 齋藤央嗣・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再生企画部自然保護課の協力により実施した。

#### (7) 結果の概要

ア 久野ヒノキ林の雄花トラップ調査

雄花着花量の年次変動は、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、2010 年は雄花が少なく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。2011 年の自然着花の指数平均は 2.83 と 2008 年以来の豊作年となった。

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 48,531 個/cm<sup>2</sup> となり前年値の 16.2 倍となった。一方、ヒノキは 14,345 個/cm<sup>2</sup> となり前年値の 24.4 倍といずれも大幅に増加した。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関係が認められた（図 5）。

#### (8) 課題

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

#### (9) 成果の発表

・スギ林分での花粉飛散量調査結果について、花粉飛散情報として平成 19 年より、1 日当たりのスギ、ヒノキの花粉飛散数をほぼ 1 週間おきに当センター研究部のホームページで公開した。小田原市久野のヒノキ林の結果について日本森林学会で口頭発表を行った。

・齋藤央嗣・横山敏孝・越地正（2011）林齢の異なるヒノキ林の雄花生産量の年次変動，日本森林学会

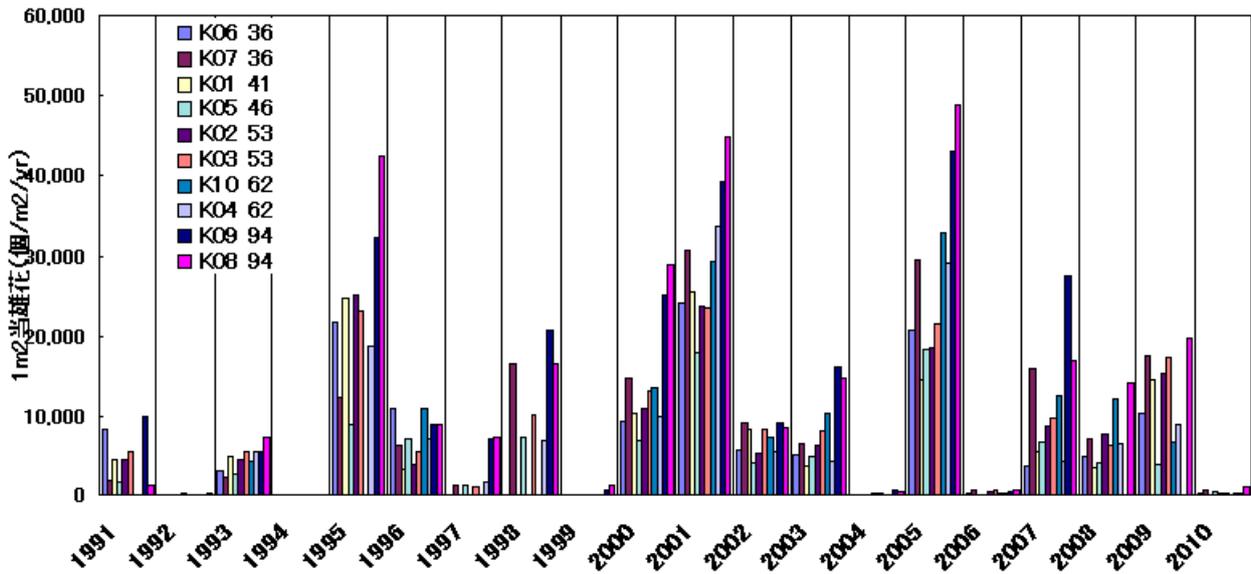


図1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花生産量の年次変動  
(n=95) 凡例の数字は2002年時点の林齢を示す。  
91年K04・10、95年K10、97年よりK01・02・06・10は欠測、

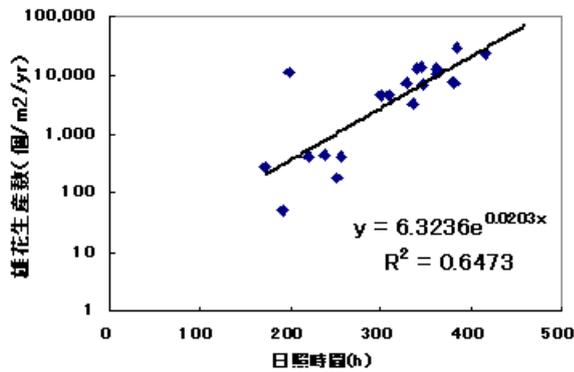


図2 日照時間とヒノキ雄花生産量の関係  
日照時間は7・8月合計、指数回帰により有意な相  
関関係あり( $r=0.80, n=20, d.f.=18, p<0.01$ )

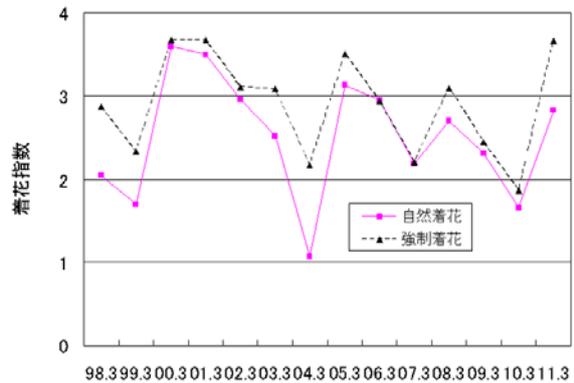


図3 21の森ヒノキ採種園の着花指数の年次変動

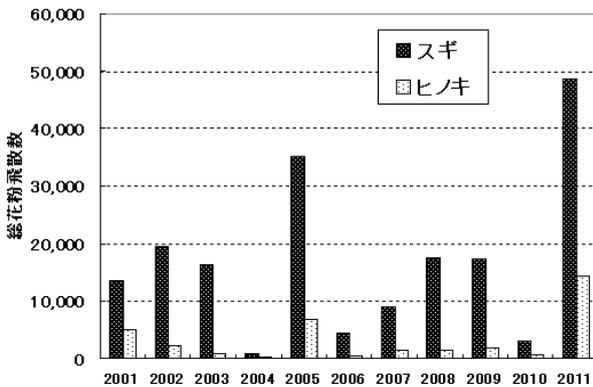


図4 スギ・ヒノキの花粉総飛散量の年変化

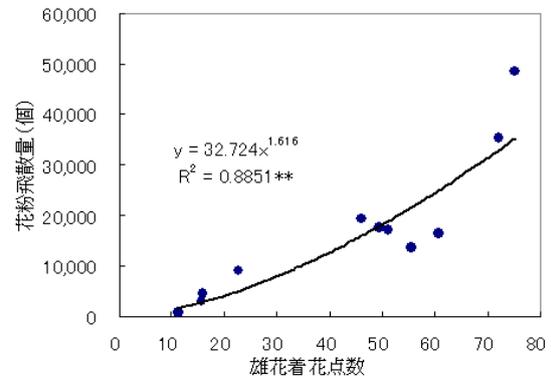


図5 雄花着花点数と花粉飛散量(厚木市七沢)  
との関係(n=13) \*\*:1%水準で有意

### 3 持続可能な資源の利用と管理

- (1) 課題名 3-2 森林資源の利用技術の研究開発  
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 20～23 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

スギ・ヒノキの穿孔性害虫であるスギノアカネトラカミキリの被害は、「トビクサレ」と呼ばれる材の変色・腐朽により材質劣化を発生させるもので、県南西部を中心に被害が発生している。今後、森林の健全な維持管理により良質材の生産を行うには、被害材の積極的利用と森林の更新が必要とされる。本研究では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各種の材質調査を行い、算出された動的弾性率に基づいて各試験区で材料の条件が均一になるように振り分けておき、1 m 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 年区は暴露前に、1 年区は平成 22 年度にそれぞれお強度試験を実施済みである。今年度は、あらかじめ現場から回収して（写真 2）乾燥処理を行っておいいた 3 年区の丸太杭 120 本について、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。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

1 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。試験終了後の丸太の状況を写真 3 および 4 に示した。

(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. 強度試験を実施したスギ健全材の加重部側面（左）と断面（右）



写真4. 強度試験を実施したスギ被害材の加重部側面（左）と断面（右）

### 3 持続可能な資源の利用と管理

(1) 課題名 3-2 森林資源の利用技術の研究開発

B 中山間地域を活性化する特用林産物の生産技術の開発

(2) 研究期間 平成 18～22 年度

(3) 予算区分 国庫（受託 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業）

(4) 担当者 谷脇 徹

#### (5) 目的

本県の中山間地域では利用されなくなった里山が増加し、除間伐等の手入れが行われず、里山の保全が危惧されている。そこで、林床等を活用した栽培品目を複合的に組み合わせた長期安定生産技術の開発により、里山の保全並びに特用林産業を通じた地域の振興を図る。

#### (6) 研究方法

①林床等野外を活用し、長期に渡り多品目を安定的に生産する技術の開発

多品目の組み合わせによる周年での安定したきのこ生産技術開発に向け、7品目のきのこについて栽培試験等を行った。すなわち、ハタケシメジ菌床の露地とプランタ栽培では、昨年 10～12 月に子実体が発生した栽培試験について、引き続き 2 年目の発生量調査を行った。マイタケ原木の品種別栽培では、昨年 9 月を中心に子実体が発生した栽培試験について、引き続き 2 年目の発生量調査を行った。ニオウシメジの品種別栽培については、簡易施設および林内において、鹿沼土とバーク堆肥を充填資材としたプランタ栽培試験を行った。

②安全・安心な害虫防除技術の開発

アラゲキクラゲの菌床害虫であり、きのこに異物として混入することが多いクロバネキノコバエ類について、6～8 月に簡易施設における栽培試験を行い、黄色粘着トラップによる効果的な防除方法を検討した。

#### (7) 結果の概要

①林床等野外を活用し、長期に渡り多品目を安定的に生産する技術の開発

設置 2 年目のハタケシメジでは、子実体は 6 月と 10～11 月に発生した（図 1）。6 月の発生はわずかであり、10～11 月の発生量は 2 年間合計の 1 割程度であった。6 月発生はプランタ栽培のみであった。また、プランタ栽培で 10～11 月に発生したのは上面被覆資材が赤玉土の場合のみであり、バーク堆肥と鹿沼土被覆ではなかった。露地栽培ではすべての被覆資材で 6 月発生はなく、10～11 月に発生した。

設置 2 年目のマイタケでは、子実体はすべての品種で 10 月に発生した（図 2）。大貫マイタケ 2 号と 2002028 では 1 年目に発生したが、発生量は 2 年間合計の 2～4 割程度であ

った。一方、2005040 と 2005041 では1年目に発生していない。発生時期が1回発生の品種（大貫と 2005040）と2回発生の品種（2002028 と 2005041）があった（図3）。

ニオウシメジの品種別栽培では、子実体は昨年と同様に 2006020 と 2007006 で発生し、1993010 と 1999021 では発生しなかった（図4）。子実体が発生したのは鹿沼土を充填した場合であり、パーク堆肥を充填したものでは発生しなかった。また、子実体が発生した品種のうち、2007006 は昨年、簡易施設における発生が少なかったが、今年はいくつかの試験で最大の発生となった。一方、2006020 は昨年、簡易施設において比較的良好な成果が得られたが、今年の発生は少なかった。

以上を含め、これまでの試験結果から作成された本県における7品目の栽培スケジュールは図5のとおりとなった。

## ②安全・安心な害虫防除技術の開発

クロバネキノコバエ防除試験の結果、45個のトラップで15,432個体の成虫が捕獲された。最も捕獲数が多かったのは菌床に隣接して設置したトラップであり、天井から菌床の真上に吊り下げたトラップが多かった（図6）。それらと比べると、菌床設置棚の下段に設置したトラップでは捕獲効率が低下した。また、天井から吊り下げたトラップのなかで、菌床から距離が遠くなるものほど捕獲数は減少した。トラップが隣接した菌床でも幼虫の寄生が多数観察されたことから、成虫による産卵を防ぐ黄色粘着トラップと他の誘引トラップやハエとり線香などを組み合わせた防除が必要と考えられる。

## (8) 課題

なし

## (9) 成果の発表

なし

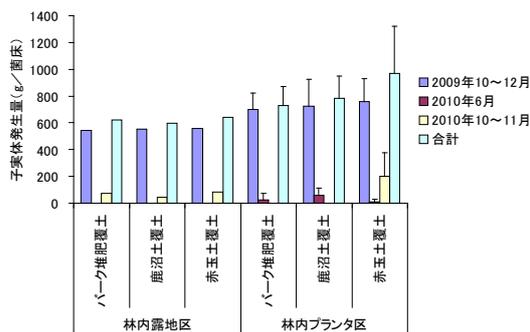


図1. 2009年から2010年にかけての  
ハタケシメジ子実体発生量

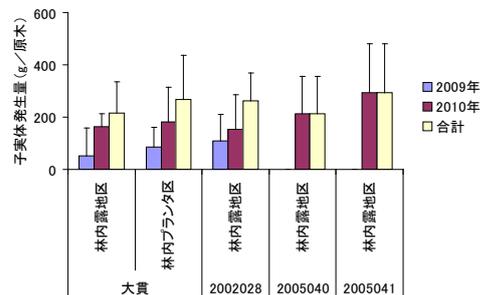


図2. 2009年から2010年にかけての  
マイタケ子実体発生量

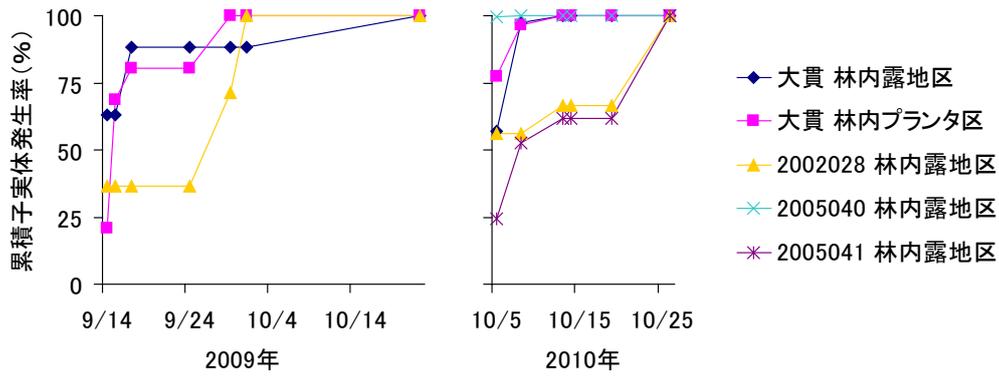


図3. 2009年および2010年のマイタケ累積子実体発生率

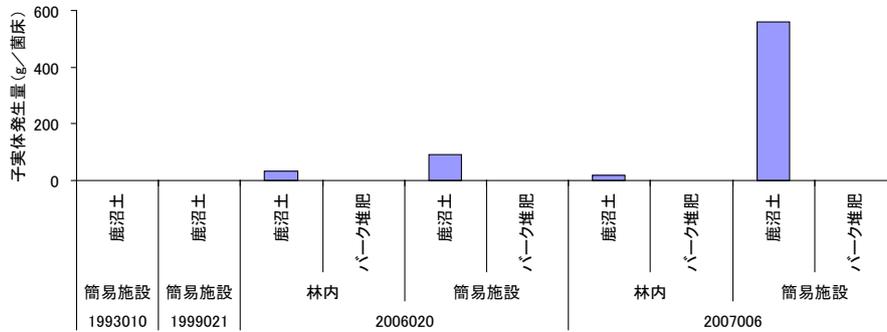
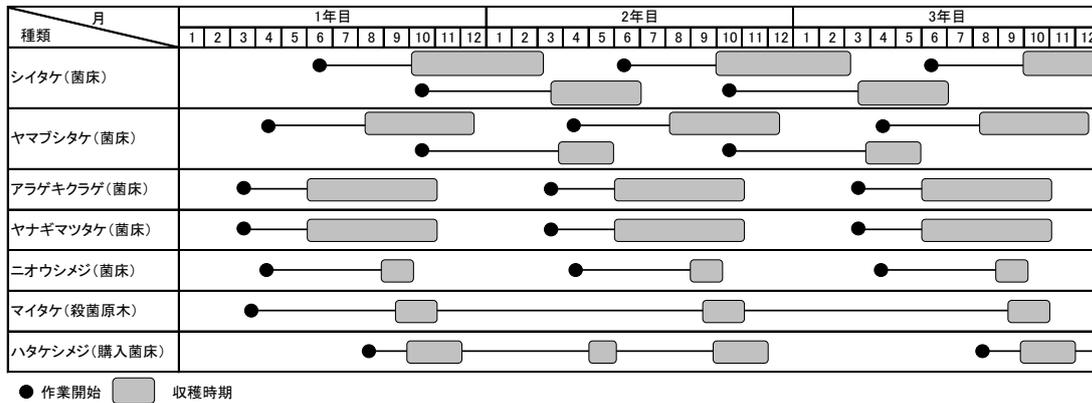


図4. 異なる設置環境と品種によるニオウシメジ栽培試験結果



試験地 神奈川県厚木市七沢 標高 100m

図5. 神奈川県における7品目の林床・簡易施設栽培スケジュール

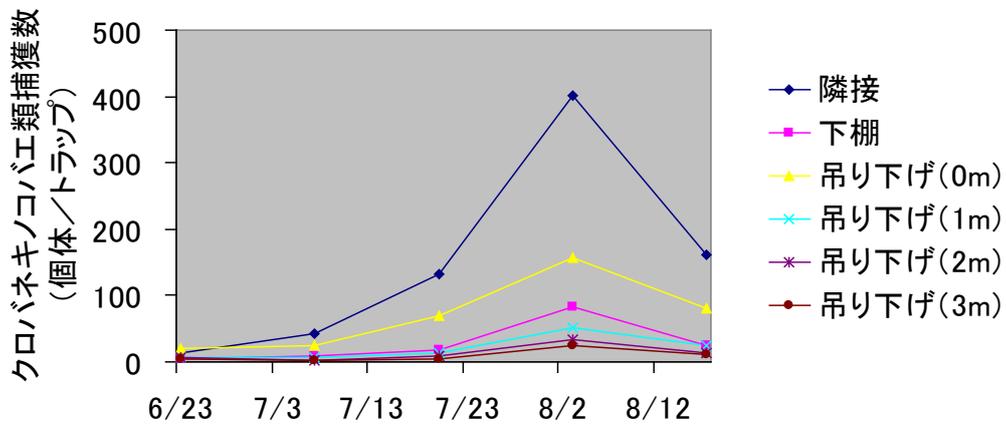
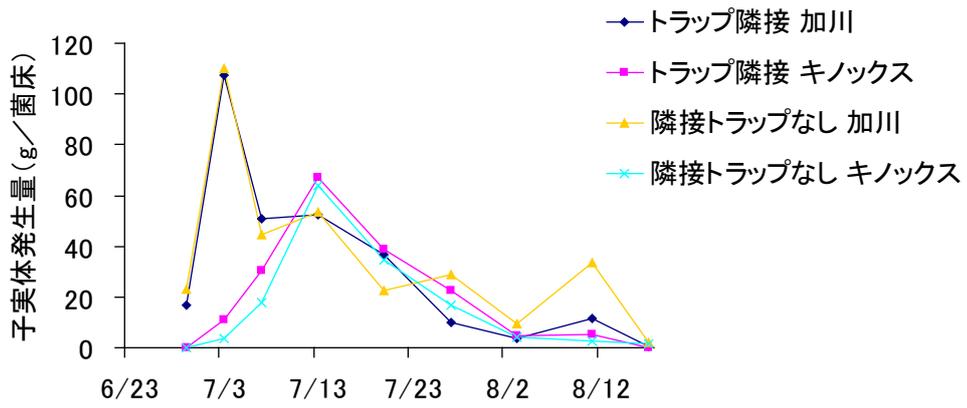


図6. アラゲキクラゲの発生推移（上）とクロバネキノコバエ類の捕獲推移（下）

### 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。

###### ① 寄検定林（関・神・4号）

調査地：松田町寄 旧かながわ森林づくり公社  
調査林分：スギ・ヒノキ林35年生（クローン増殖） 0.5ha  
植栽形式：ランダム植栽（混植）

###### ② 金林検定林（関・神・7号）

調査地：清川村煤ヶ谷 丹沢県有林25林班ろ四  
調査林分：スギ林30年生（クローン増殖） 1.0ha  
植栽形式：ランダム植栽（混植）

###### ③ 宮城野検定林（関・神・12号）

調査地：箱根町宮城野 箱根県行造林13林班い十五の2  
調査林分：ヒノキ21年生（クローン増殖） 0.5ha  
植栽形式：列状植栽

###### ④ 檜木尾検定林（関・神・14号）

調査地：相模原市津久井町長竹 旧かながわ森林づくり公社  
調査林分：ヒノキ林20年生（クローン増殖） 0.75ha  
植栽形式：列状植栽（クローン及び実生）

##### 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箇所ので採取している。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：処理本数：131本、袋設置数：474枚  
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（3ブロック他）  
③種子生産（球果採取、種子乾燥、種子精選）  
スギ：0.5ha（Aブロック）、ヒノキ：0.5ha（1ブロック）

###### (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1.3kg(うち0.3kg少花粉)、ヒノキ種子は、花粉の少ないヒノキ種子0.7kg、ヒノキ育種種子(混合)2.0kgを採取した。その発芽率は、花粉の少ないスギ種子12%(少花粉18%)、花粉の少ないヒノキ種子16.9%、育種ヒノキ種子16.7%であった。不作年であり生産量、発芽率は昨年より低下した。
- ②七沢の花粉の少ないスギ採種園では花粉の少ないスギ種子1.9kg(うち少花粉0.4kg)を採取した。その発芽率は10.7%(少花粉20.3%)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 (2010年春)
針葉樹	少花粉スギ事業用：1.0m <sup>2</sup> ・20g播種、1,050本養成、 少花粉ヒノキ事業用：1.0m <sup>2</sup> ・20g播種、2,100本養成、 精英樹ヒノキクローン別：558g播種、1,650本養成、 モミ(発芽試験)：1100粒播種、36本養成
広葉樹	ブナ(堂平)：10m <sup>2</sup> ・1,000g播種、22本養成 シジ(堂平)：0.5m <sup>2</sup> ：100g播種、100本養成

(2)さし木およびつぎ木(2010年春)

区 分	さし木	つぎ木
針葉樹	スギ精英樹：1,080本、活着率63.3% ヒノキ精英樹：120本、活着率54.2% ヒノキ(実生)：60本、活着率60.0%	アカマツ：20本、活着率35% クロマツ：336本、活着率49.7% 大山モミ：60本、活着率3.3% 少花粉ヒノキ201本、活着率48.4%
広葉樹		

(3)林木の遺伝資源保存

県指定天然記念物「八幡宮の大銀杏」の転倒により、さし木によるクローン増殖を実施した。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、下草刈、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 緊急雇用創出事業臨時特例基金事業

緊急雇用対策として林木育種事業地を対象に以下の事業を実施した。

### (1) 指定採種源整備事業委託

県立 21 世紀の森ヒノキ採種園の花粉症対策品種による採種園整備のため採種木の断幹整備を実施した。

断幹：632 本

## 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発生予察調査のため、網室（幅 1.8m、奥行き 3.6m、高さ 2m）6 基の修繕作業を行った。

### 3-3 野生きのこ特別相談事業

越地 正・谷脇 徹

森林生態系の中で重要な働きを担っている野生きのこについて正しい知識の普及を図るため、専門家に依頼して野生きのこ相談を実施するとともに野生きのこに関する情報収集を行った。

- 1 実施期間 平成22年9月27日～11月1日
- 2 相談回数 10回
- 3 相談員 神奈川キノコの会 4名  
城川四郎会長、三村浩康氏、三村京子氏、井上幸子氏
- 4 相談件数（延べ件数） 244件
- 5 同定件数（延べ種数） 1,363種 （純種数：448種）
- 6 相談結果の概要

相談結果の内訳は表1のとおりである。平成22年度はきのこの発生が多く、相談件数が多かった（表2）。相談者の住所を多い順に上位から並べると、相模原市、厚木市、伊勢原市、愛川町、平塚市の順となった。

きのこの採取地でみると、県内採取は約70%で、上位から並べると、厚木市、相模原市、清川村、伊勢原市、横浜市の順となった。県外採取として持ち込まれたものは、山梨県の富士山周辺のものも多く約30%を占めた。

鑑定したきのこの内訳は、食用のきのこ40%、毒きのこ11%、食注意のきのこ9%、食毒不明のきのこ33%、不食のもの7%となった。また、種別にみると食用きのこは、ナラタケ類が最も多く、ついでムラサキシメジ、ウラベニホテイシメジ、モリノフジイロタケが上位を占めた。毒きのこは、クサウラベニタケ、ニオイドクツルタケ、ナカグロモリノカサ、クロハツであった。

表1 平成22年度野生きのこ相談結果(延べ数)

回数	相談日	相談件数	きのこ同定数	(食用)	(毒)	(食注意)	(食毒不明)	(不食)
1	9月27日 月	11	65	16	11	9	19	10
2	9月30日 木	11	89	31	13	9	33	3
3	10月4日 月	18	91	21	15	10	38	7
4	10月8日 金	40	213	87	16	24	73	13
5	10月12日 火	30	175	68	31	14	48	14
6	10月18日 月	51	272	133	32	21	80	6
7	10月22日 金	26	179	77	11	14	63	14
8	10月25日 月	28	147	70	14	14	46	3
9	10月28日 木	13	46	17	4	2	18	5
10	11月1日 月	16	86	23	7	7	32	17
	計	244	1363	543	154	124	450	92

## 4 諸活動

### 4-1 依頼調査と指導

職	氏名	テーマ	依頼者名	年月
主任研究員	齋藤央嗣	広葉樹種苗の配布	山林種苗協同組合	2010年4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	2010年6月～ 2011年2月
主任研究員	田村 淳	水源林整備箇所現地視察	保全C森林再生部水源の森林推進課	2010年7月
主任研究員	田村 淳	国有林植生保護柵設置箇所視察	林野庁関東森林管理局東京神奈川森林管理署	2010年7月
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉スギ開発等視察	東京都議会花粉症対策議員連盟	2010年7月
主任研究員	齋藤央嗣	ヤビツの森ボランティアフィールドについて	水源の森林推進課 かながわトラストみどり財団	2010年7月
主任研究員	齋藤央嗣	無花粉スギ譲渡	南足柄市	2010年7月
主任研究員	田村 淳	森の学校「溪畔林」	丹沢自然保護協会	2010年8月
研究連携課長	山根正伸	水源環境保全税の実施状況について	北海道大学農学部柿澤宏昭教授	2010年8月
主任研究員	齋藤央嗣	ヒノキ事業の実施に関する打合せ（2回）	（社）全国林業改良普及協会	2010年8月
研究連携課長	山根正伸	丹沢山地の自然再生について	兵庫県庁ほか	2010年10月
研究連携課長	山根正伸	森林地域地形特性の解析	森林再生課	2010年10月
研究連携課長	山根正伸	丹沢山地のブナ林衰退について	読売新聞神奈川支社	2010年10月
主任研究員	田村 淳	植生保護柵事業視察	兵庫県農政環境部ゆたかな森づくり課	2010年10月
主任研究員	田村 淳	水源林のモニタリング	保全C森林再生部水源の森林推進課	2010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）	2010年11月
主任研究員	田村 淳	檜洞丸の森林再生植樹	保全C自然保護公園部自然公園課	2010年11月
主任研究員	齋藤央嗣	雄花着花状況について・花粉の原因植物について・花粉症対策の県の取り組み	広報課（県のたより）	2010年12月
主任研究員	齋藤央嗣	平成23年春の花粉飛散について	足柄上地域県政総合センター（あしがらの風）	2010年12月
主任研究員	齋藤央嗣	スギ花粉量の測定方法について	千葉県農林総合研究センター	2011年1月
主任研究員	齋藤央嗣	第6回首都圏等スギ花粉発生源対策推進協議会	森林再生課	2011年1月
主任研究員	齋藤央嗣	実用化研究の実施状況について	山梨県森林総合研究所	2011年2月
主任研究員	齋藤央嗣	精英樹花粉配布	東京都農林総合研究センター	2011年3月
主任研究員	齋藤央嗣	苗木の放射線影響について	森林再生課	2011年3月
主任研究員	齋藤央嗣	黄色い付着物について（花粉）	大気水質課、県央及び湘南地域県政総合セ、大和市、相模	2011年3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	「森林生物保全学」	東京農工大学	2010年6月
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	2010年6月
主任研究員	田村 淳	丹沢山地の希少植物の保全ーとくにシカの影響からー	日本シダの会関東支部	2010年6月
非常勤	越地 正	森の学校（土と水のかかわり）	丹沢自然保護協会	2010年8月
主任研究員	田村 淳	森林インストラクター養成講座「森林の生態」	(財) かながわトラストみどり財団	2010年9月
主任研究員	田村 淳	「植生保護柵の効果と影響の整理」	日本哺乳類学会保護管理専門委員会シカ部会	2010年9月
主任研究員	齋藤央嗣	林業体験ツアー「採種園のおしごとと体験と森のクイズ大会」	(株) 足柄グリーンサービス(県立21世紀の森指定管理者)	2010年10月
主任研究員	齋藤央嗣	神奈川県森林インストラクター養成講座(健全な森林づくり 種の採取から苗木づくり)	(財) かながわトラストみどり財団	2010年10月
主任研究員	田村 淳	水源林のモニタリング	保全C森林再生部水源の森林推進課	2010年10月
臨時技師	谷脇 徹	土壌微生物	神奈川工科大学	2010年10月
主任研究員	齋藤央嗣	かながわ森林塾流域森林管理士コース「林業種苗」	森林再生課	2010年11月
主任研究員	田村 淳	檜洞丸の森林再生植樹	保全C自然保護公園部自然公園課	2010年11月
主任研究員	田村 淳	丹沢フォーラム「溪流の自然環境に生物多様性を考える」	NPO法人丹沢自然保護協会・丹沢大山自然再生委	2010年11月
主任研究員	田村 淳	かながわ森林塾「丹沢大山自然再生について」	かながわ森林塾	2010年12月
非常勤	越地 正	神奈川県森林インストラクター養成講座(森林土壌)	財団法人かながわトラストみどり財団	2011年2月

### 4-3 委員会・研究会

職	氏名	名称	依頼者・主催者等	回数
研究連携課長	山根 正伸	水源環境保全県民会議	水源環境保全課	1
研究連携課長	山根 正伸	水源環境保全県民会議施策専門部会	水源環境保全課	2
研究連携課長	山根 正伸	神奈川県林業協会総会	神奈川県林業協会	1
研究連携課長	山根 正伸	関東・中部林業試験研究機関連絡協議会総会	関東・中部林業試験研究機関連絡協議会	1
研究連携課長	山根 正伸	神奈川県ニホンジカ保護管理検討会議	自然環境保全センター野生生物課	2
研究連携課長	山根 正伸	関東森林学会幹事会	関東森林学会事務局	1
研究連携課長	山根 正伸	県試横断的課題調整会議	科学技術政策課	1
研究連携課長	山根 正伸	日中木材貿易検討会	全国木材組合連合会	3
研究連携課長	山根 正伸	森林総合研究所交付金プロジェクト	森林総合研究所	3
研究連携課長	山根 正伸	全国林業試験研究機関会議	全国林業試験研究機関協議会	1
研究連携課長	山根 正伸	平成22年度野生鳥獣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(林野庁委託)	(株)野生動物保護管理事務所	1
研究連携課長 臨時技師 専門員	山根正伸 谷脇徹 相原 啓次 越地 正	ブナ林域の総合モニタリング手法の開発と衰退リスク評価に関する研究会	独立行政法人国立環境研究所	1
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(自然環境保全センター)	1
主任研究員	齋藤 央嗣	第24回関東甲信越花粉症研究会	(財) 日本気象協会	1
主任研究員	齋藤 央嗣	次世代育種促進研究会	森林総合研究所林木育種センター	2
主任研究員	田村 淳	水源環境保全県民会議	水源環境保全課	1
主任研究員	田村 淳	丹沢大山自然再生委員会幹事会	保全C研究企画部自然再生企画課	1
主任研究員	田村 淳	ニホンジカ保護管理検討委員会	保全C自然保護公園部野生生物課	3
主任研究員	田村 淳	赤谷プロジェクト現地検討会	(財) 日本自然保護協会	1
主任研究員	田村 淳	県央地域県政総合センター自主提案事業 森林整備部会	県央地域県政総合センター	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	静岡県	1

4-4 発表・報告

氏名	題名	誌名	年月
山根 正伸	第Ⅱ部第4章木材産業関連政策の動向と影響	中国の森林・林業・木材産業-現状と展望- (森林総合研究所編) 日本林業調査会, 東改訂 生態学からみた野生生物の保護と法律生物多様性保全のために ( (財) 日本自然保護協会・編集). 講談社, 東京.	2011.2
山根 正伸	森林整備と連携したニホンジカ保護管理, 丹沢山地の試み	Proceeding in CDROM of the 31st Asian Conference on Remote Sensing 2010 (ACRS 2010)	2010.11
Masanobu Yamane, Toru Suzuki and Hiroshi Sasagawa	GIS-Based Analysis of Beech Forest Decline Using Time-Series Aerial Photographs: Case Study of the Tanzawa Mountains, Central Japan	Proceeding in CDROM of the 31st Asian Conference on Remote Sensing 2010 (ACRS 2010)	2010
堀 靖人・平野 悠一郎・立花 敏・山根 正伸・嶋瀬 拓也・天野 智将・駒木 貴彰	中国の木材貿易拡大と木材産業の動向	木材保存. 36 (5)192-199.	2011.11
岡崎友紀代・相原敬次・阿相敏明・福永明子・高見雄佑・國元浩平・山下真生・武智勝哉・堀越信治・酒井隆・山根正伸・若松伸司	神奈川県丹沢地域における2009年夏季のオキシダント濃度分布観測.	愛媛大学農学部紀要, 55, 7-23, 2010	2010.8
岡崎友紀代・國元浩平・武智勝哉・山下真生・高見雄佑・西川敦・若松伸司・松隈大亮・堀越信治・山根正伸	神奈川県丹沢地域における夏季および春季のオゾン濃度観測)	第51回大気環境学会年会, 大阪市, 9月, 講演要旨集 338.	2010.9
松隈 大亮・斎藤 正彦・岡崎 友紀代・西川 敦・若松伸司・相原 敬次・飯田 信行・山根 正伸	丹沢におけるOx移流経路の検討.	大気環境学会創立50周年記念中国四国支部公開講演会講演要旨集17-20.	2011.1
下村 佳史・岡崎 友紀代・西川 敦・若松伸 司・相原 敬次・飯田 信行・山根 正伸	過去30年間の気象データをもちいた丹沢地域における気象トレンドの解析.	大気環境学会創立50周年記念中国四国支部公開講演会講演要旨集21-24.	2011.1
武智 勝哉・下村 佳史・岡崎 友紀代・西川 敦・若松伸 司・堀越 信治・相原 敬次・飯田 信行・山根 正伸	2009年夏季の丹沢周辺における集中観測について (1) 立体気流分布.	大気環境学会創立50周年記念中国四国支部公開講演会講演要旨集25-28.	2011.1
山下 真生・國元 浩平・松隈 大亮・岡崎 友紀代・西川 敦・若松 伸司・堀越 信治・相原 敬次・飯田 信行・山根 正伸	2009年夏季の丹沢周辺における集中観測について (2) オゾンの立体分布.	大気環境学会創立50周年記念中国四国支部公開講演会, 講演要旨集29-32.	2011.1
國元 浩平・岡崎 友紀代・西川 敦・若松 伸司・相原 敬次・飯田 信行・山根 正伸	11(2010)Oxによる植物影響評価についての研究 -AOT40の検討-	大気環境学会創立50周年記念中国四国支部公開講演会, 広島市, 1月, 講演要旨集37-40.	2011.1
笹川 裕史・伊藤 祥子・鈴木 透・谷脇 徹・ブア ムイハウリ・山根 正伸・清水 英幸	リモートセンシングデータを用いた丹沢山地ブナクラス域における植生状況の時系列変化解析.	日本森林学会大会発表データベース, 121, pp. 396-	2010.4
多田 和広・森 康二・柿澤 展子・横山 尚秀・内山 佳美・山根 正伸・登坂博行	酒匂川流域を対象とした3D基本水循環モデルの開発	日本地下水学会2010年春季講演会講演要旨 48-53	2010.5
Koji Mori, Kazuhiro Tada, Yoshimi Uchiyama, Masanobu Yamane and Hiroyuki Tosaka	Development of the Surface and Subsurface Fluid-Flow, Sediment Transport and Landform Change Coupled Water Reservoir Model,	10th Symposium on Stochastic Hydraulics & 5th International Conference on Water Resources and Environment Research	2010.9
森 康二・多田和広・内山佳美・山根正伸・登坂博行	陸水・流砂連成解析手法の開発	水工学論文集, 第55巻	印刷中
姜 兆文・山根 正伸・今野 建志郎・山田 雄作	個体識別の必要ないカメラトラップによるシカ生息密度評価法.	第58回日本生態学会	2011.3
鈴木透・山根正伸・笹川裕史・羽太博樹	ニホンジカと森林の統合的管理に向けたGISデータベースの構築に関する研究.	2010年GIS学会講演論文集.	2010.1
鈴木透・山根正伸	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	平成22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. pp17-28.	2011.3
鈴木透・山根正伸	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」	平成22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. pp75-88	2011.3
鈴木透・山根正伸・谷脇徹	個別技術開発報告、課題3「効果的な捕獲技術の開発」	平成22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. pp129-140.	2011.3

氏名	題名	誌名	年月
齋藤央嗣	森のニュース「花粉症対策の取組について」	緑の斜面50、神奈川県森林協会	2011.7
齋藤央嗣	全国植樹祭に無花粉スギを提供しました！	神奈川の森林・林業380、神奈川県森林再生課	2011.8
齋藤央嗣・越地正	神奈川県におけるスギ林の着花状況と花粉飛散	日本花粉学会51回大会（口頭発表）	2010.10
齋藤央嗣・藤澤示弘・越地正・毛利敏夫・河野明子	無花粉スギの出荷-第61回全国植樹祭での種苗・育種関係事業の取り組み-	林木の育種237、林木育種協会	2010.10
齋藤央嗣・西川浩己	平成22年度関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 花粉症研究会だより	林木の育種237、林木育種協会	2010.10
齋藤央嗣	神奈川県におけるスギ林の着花状況と花粉飛散	平成22年度科学技術フェア（口頭及びポスター発表）	2011.11
齋藤央嗣、渡邊敦史、西川浩己、袴田哲司	農林水産施策を推進する実用技術開発事業「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と品種開発」	林木の育種238、林木育種協会	2011.1
齋藤央嗣・横山敏孝・越地正	林齢の異なるヒノキ林の雄花生産量の年次変動	日本森林学会第112回大会（口頭発表）	2011.3
齋藤央嗣・藤澤示弘・越地正・毛利敏夫・河野明子	神奈川県におけるスギ林の着花状況と花粉飛散予測	神奈川県自然環境保全センター報告8（印刷中）	2011.3
田村 淳	林床植生モニタリング手法の検討	平成21年度ブナ林報告書（地域密着）	2010.6
田村 淳	ニホンジカの採食により退行した丹沢山地冷温帯自然林における植生保護柵の設置年の差異が多年生草本の回復に及ぼす影響、Genetic structure of the critically endangered plant <i>Tricyrtis ishiiiana</i> (Convallariaceae) in relict populations of Japan	保全生態学研究15 Conservation Genetics 12	2010.11 2010.11
Hiroaki Setoguchi・Yuki Mitsui・Hajime Ikeda・Naofumi Nomura・ <b>Atsushi Tamura</b>	植生保護柵の効果と影響の整理—丹沢の事例—	森林科学	2011.2
田村 淳	丹沢山地におけるニホンジカからの植生保護対策	Wildlife Forum 15(2)	2011.2
田村 淳	植生保護柵の効果と影響の整理—丹沢の事例—	日本哺乳類学会誌	2011.6
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	印刷中
田村 淳	丹沢山	日本の山（朝倉書店）	印刷中
Norio Tokita, Masaki Nedu, Emi Sakata, Akiko Takii, Kengou Furubayashi, <b>Atsushi Tamura</b> and Teruaki Tokita	Nutritive value of three <i>Sasa</i> species in the Tanzawa Mountains as a winter food for sika deer	野生生物と社会	印刷中
田村 淳	森林生態系の劣化	里山創生（創森社）	印刷中
田村 淳・入野彰夫・勝山輝男・青砥航次・奥津昌哉	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	印刷中
初 磊・石川芳治・白木克繁・若原妙子・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林床合計被覆率と土壤侵食量の関係	日本森林学会誌Vol. 92 (2010) No. 5	2010.12
飯野 貴美子・石川 芳治・若原 妙子・白木 克繁・内山 佳美	丹沢堂平地区のブナ林における土壤侵食プロットでの降雨量とリター流出量	第122回日本森林学会大会学術講演集	2011.3
壺力格図・石川芳治・白木克繁・海虎・内山佳美	丹沢堂平地区の林床植生衰退地における降雨、地表流出量と土壤侵食量との関係	第122回日本森林学会大会学術講演集	2011.3
辻千智・戸田浩人・崔東寿・佐々木道子・内山佳美	神奈川県北部の対照流域法試験地における水の移動に伴う元素動態	第122回日本森林学会大会学術講演集	2011.3
海 虎・石川 芳治・白木 克繁・内山 佳美	丹沢堂平地区のブナ林における降雨強度と表土層の含水比が地表流出率に与える影響	第122回日本森林学会大会学術講演集	2011.3
山田勇智・石川芳治・五味高志・白木克繁・内山佳美	丹沢堂平地区における斜面土壤侵食量と浮遊土砂量との関係	平成22年度砂防学会研究発表会概要集	2010.5
海 虎・石川 芳治・白木 克繁・内山 佳美	丹沢堂平地区でのシカによる林床植生衰退地における林床合計被覆率の変化が流出率に与える影響	平成22年度砂防学会研究発表会概要集	2010.5
初 磊・石川 芳治・白木 克繁・鈴木 雅一・内山 佳美	丹沢堂平地区における土壤侵食対策工の効果	平成22年度砂防学会研究発表会概要集	2010.5
壺力格図・石川 芳治・白木 克繁・内山 佳美	丹沢堂平地区の林床植生衰退地における土壤侵食量と降雨、地表流量との関係	平成22年度砂防学会研究発表会概要集	2010.5

氏名	題名	誌名	年月
伊藤祥子, 笹川裕史, 相原敬次, 谷脇徹, 山根正伸, 越地正, 清水英幸	ブナ苗へのオゾンと水ストレスの単独および複合影響	第51回大気環境学会年会講演要旨集, p354	2010.9
清水英幸, 笹川裕史, 伊藤祥子, 相原敬次, 谷脇徹, 山根正伸, 越地正	神奈川県丹沢山地のブナ林衰退とオゾン影響	第13回自然系調査研究機関連絡会議 (NORNAC) 調査研究・事例発表会プログラム・要旨集	2010.10
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	2011.3
谷脇徹	丹沢山地のブナ林衰退とブナハバチの葉食被害	自然系調査研究機関連絡調整会議	2010.10
谷脇徹	“ブナハバチ”をモニタリングする	全国林業試験研究機関協議会誌44号:70-71.	2010.11
谷脇徹	ブナを枯らすブナハバチのモニタリングについて	緑の斜面51号	2011.3
谷脇徹・山根正伸・相原敬次・越地正	丹沢山地におけるブナハバチの産卵にブナ展葉フェノロジーが及ぼす影響	第55回日本応用動物昆虫学会大会	2011.3

## 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	6,893 千円
〈一般試験研究費〉	2,793
〈一般助成試験研究費〉	1,000
〈特定受託研究費〉	3,100
2 政策課題研究	2,252 千円
3 政策推進受託研究	1,600 千円
4 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
5 研究関連事業費	204,986 千円
〈特別会計 森林環境調査費〉	145,227
〈特別会計 丹沢大山保全・再生事業費〉	31,340
〈特別会計 水源林整備事業費〉	13,174
〈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〉	2,364
〈農林水産技術開発推進費〉	421
〈林業普及指導費〉	300
〈自然再生事業費〉	2,600
〈治山事業費〉	1,436
〈林道改良事業費〉	3,000
〈緊急雇用創出事業臨時特例基金事業費〉	1,124
合 計	216,719 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

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

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22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

\*\*\*\*\*