

森林のモニタリング調査（平成 25 年度実績・平成 26 年度計画）

（１）森林のモニタリング調査のねらい

◆施策効果を県民に分かりやすくしめす

→施策評価の統合的指標である①水源かん養機能の改善、②生態系の健全化（生物多様性機能の改善）の検証と情報提供

◆順応的管理により柔軟に施策を推進するための科学的知見を得る

→各機能の劣化・改善メカニズム解明や現況評価

（２）森林における施策効果（２次的アウトカム）の評価方法

評価対象の機能 (2 次的アウトカム)	現時点での評価の 考え方	評価対象事業 の範囲	評価手法 (調査方法)	評価スケール
森林の水源 かん養機能	森林整備等の事業による 下層植生の回復（一次アウトカム）の、降雨時の地表流出量や土壌流出量などの水源涵養機能（二次アウトカム）への影響を具体的に解明。	特別対策事業 (1～5 番)	土壌侵食量調査	斜面 (林分)
			対照流域法調査	試験流域 (小流域)
		施策大綱事業	水循環モデル予測解析	水源林地域 (ダム上流域)
生物多様性機能	林分単位での下層植生や土壌動物等生物多様性に及ぼす森林整備の効果（一次アウトカム）と、山城単位での森林生態系の健全性や生物多様性機能（二次アウトカム）の総合評価	特別対策事業 (1～5 番)	森林生態系効果把握調査	林分
		施策大綱事業	多様性の総合解析	山城 (小仏山地 丹沢山地 箱根外輪山)

（３）平成 25 年度実績と平成 26 年度計画 ※詳細は別紙のとおり

① 対照流域法等による森林の水源かん養機能調査

下層植生回復による水源涵養機能改善の検証では、試験流域内の下層植生の回復が十分でないため水の流出特性の変化には至っておらず、今後も検証を続ける必要がある。

適切な水源林管理による人工林の水源涵養機能保全の検証では、間伐の際に溪流沿いに手を入れないことで、間伐に伴う一般的な負の影響（一時的な水の濁りなど）はみられなかった。溪流沿いのわずかな配慮の効果が証明でき、皆伐をせず人工林の更新を図る森林づくり事業の整備手法の妥当性を裏付ける結果となった。

H26 年度は 4 か所の試験流域のモニタリングを継続するとともに中間解析を行う。

② 森林生態系効果把握調査

H25 は小仏山地の 3 林相とそれぞれの 3 タイプの整備状況からなる合計 27 林分で植物と昆虫、鳥類、哺乳類を調査した。植物の調査から、下層植生の種数は林分によるばらつきがあるものの、どの林相においても未整備、整備後 3 年以内、整備後 4～7 年経過の順に多い傾向があった。昆虫と鳥類、哺乳類については冬季の調査のため、H26 に夏季のデータを待って解析する予定である。

対照流域法等による森林のモニタリング調査（H25実績・H26計画）

○シカの影響が大きい丹沢山地における下層植生回復による水源涵養機能改善について、東丹沢大洞沢で植生保護柵設置2年目の変化を検証したところ、植生現存量は増加したが裸地の植生回復には至っておらず、水の流出特性の変化もまだ検出できなかった。西丹沢ヌタノ沢では、植生保護柵を新たに設置し、平成26年度から事後モニタリングを開始した。

○適切な水源林管理による人工林の水源涵養機能保全について、小仏山地貝沢における間伐（群状）と木材搬出の翌年の影響を検証したところ、一般的にみられる施業に伴う短期的な負の影響（窒素濃度上昇や水の濁り）は確認されなかった。

○平成26年度は、大洞沢、貝沢、ヌタノ沢で事後モニタリングを継続し、箱根外輪山のフチヂリ沢で事前モニタリングを継続する。

1. 取り組みのねらい

水源環境保全のため実施される各事業の効果を検証するため、試験流域を設定し、対照流域法等による施策効果検証モニタリングを行う。この調査は、水源の森林エリア内の4か所に試験流域を設定し、実験的に森林の整備を行い、その前後や内容の違いによる水収支や水質、土砂流出、動植物相の変化・差異などについて長期的、時系列的に解析し、整備の効果について定量的、定性的に把握する。

また、より広域的な水源涵養機能の評価を行うため、試験流域等の実測データを用いて、水源地域を包括する水循環モデルを構築し、各種対策の評価や将来予測のために解析を行う。

2. 第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく実施スケジュール

第1期5か年に県内4ヶ所の観測施設整備が完了し、現在、観測を継続している。

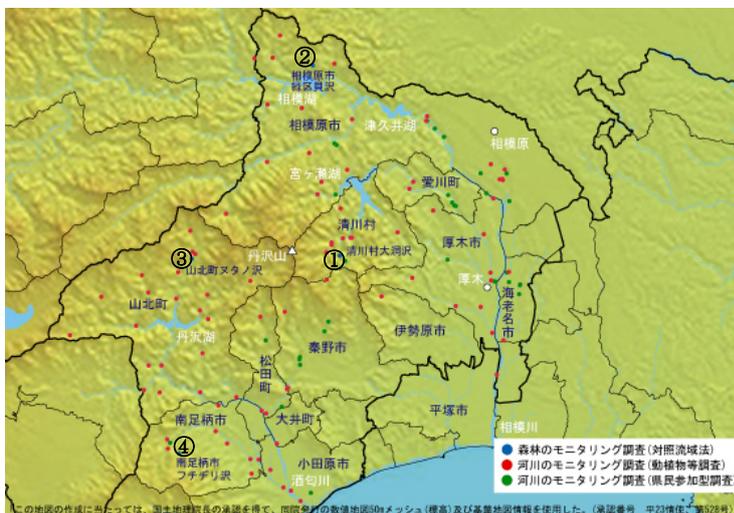
第2期では、各試験流域のモニタリングの「ねらい」に従って順次森林操作（対照流域試験のための森林整備等）を行い、検証のための事後モニタリングを行う。

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

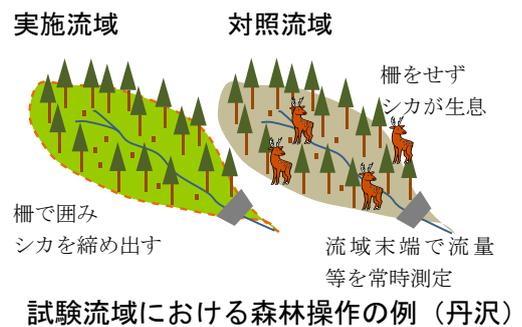
3. 各試験流域の概要

各地域の自然特性や水源環境の課題を踏まえてモニタリングのねらいを設定した。

図中番号	試験流域	自然特性等	モニタリングのねらい	観測開始	実施流域の森林操作内容
①	東丹沢「大洞沢」	宮ヶ瀬湖上流、新第三系丹沢層群人工林、シカ影響	シカ管理と人工林管理の効果を検証する	H21	植生保護柵 (流域N03：H23.3実施)
②	小仏山地「貝沢」	相模湖支流、小仏層群（頁岩）人工林	水源林整備の効果を検証する	H22	群状間伐・木材搬出 (流域1：H24.12実施)
③	西丹沢「ヌタノ沢」	丹沢湖上流、深成岩（石英閃緑岩）広葉樹、シカ影響	シカ管理を広葉樹整備の効果を検証する	H23	植生保護柵 (A沢：H26.4実施)
④	箱根外輪山「フチヂリ沢」	狩川上流、外輪山噴出物、人工林	当面は、当該地域の基本的な水源環境の特性を把握	H24	※今後必要に応じて具体化



試験流域位置図



試験流域における森林操作の例（丹沢）

2つの流域の一方で整備を行い、整備の前後や整備をしない流域との水や土砂の流出の違いを検証する。

4. モニタリング項目

基本的な項目は統一しながらも、各試験流域のねらいに応じて項目を設定している。

	大洞沢 (東丹沢)	貝沢 (小仏山地)	ヌタノ沢 (西丹沢)	フチヂリ沢 (箱根外輪山)
事前環境調査	地形データ整備、森林・植生・土壌等調査 ※植生は事後モニタリングも実施			
常時観測(気象)	気温・雨量・風向風速、日射			
常時観測(水文)	水位・水温・濁度			
事前・事後 モニタリング	水収支(流量実測、林内雨・樹幹流測定、地下水頭、土層厚等) 水質(降水・河川水・林内雨・土壌水)	水収支(流量実測、地下水頭、土層厚等) 水質(河川水・林内雨・土壌水、湧水等)	水収支(流量実測、地下水頭、土層厚等) 水質(降水・河川水・湧水)	水収支(流量実測、地下水頭等) 水質(河川水)
	土砂動態(地表面被覆分布、土壌侵食深、土砂生産・移動・流出・湧水等)	有機物動態(落葉の供給・移動・河川流入・分解)	土砂動態(地表面被覆分布、土壌侵食深、土砂流出等)	土砂動態(溪流土砂移動状況)
	付着藻類・底生動物	付着藻類・底生動物	付着藻類・底生動物	付着藻類・底生動物
事前モニタリング (広域)	多地点一斉流量観測(渇水期1回、豊水期1回)・平水時渓流水質(数回)			

5. 平成 25 年度の主な成果

(1)シカの影響が大きい丹沢山地における下層植生回復による水源涵養機能改善の検証

試験流域：東丹沢大洞沢（H21 観測開始）、西丹沢ヌタノ沢（H23 観測開始）

森林操作内容：植生保護柵で流域を囲みシカを締め出す

H 2 5 実績：東丹沢大洞沢における操作後 2 年目の事後モニタリング実施

西丹沢ヌタノ沢における植生保護柵の設置と事後モニタリングの開始

◆大洞沢における操作後 2 年目の検証結果

① 下層植生の回復

植生保護柵内は、裸地の植生回復はみられないものの、植生（不嗜好性植物）のある箇所では植生現存量（バイオマス）が増加した。（図 3）

流域内の裸地は、下流側の溪流沿いに多く分布し、下層植生のあるところと比べて土壤中の炭素や窒素量が少ないことが明らかになった。土壌の流出と同時に栄養塩も流亡し、植生が侵入・定着しにくくなっている可能性がある。

② 流出量の変化

HyCyモデルを用いて、整備前と整備後の流出特性の変化を検証したところ、現時点では流出特性の変化は検出できなかった。

③ 水質の変化

渓流水質の窒素をはじめとした溶存イオン濃度を整備前後で比較したところ、現時点では水質の変化は検出できなかった。

◆ヌタノ沢における事後モニタリングの開始

平成 26 年 4 月にA沢を囲む植生保護柵が完成し、事後モニタリングを開始した。

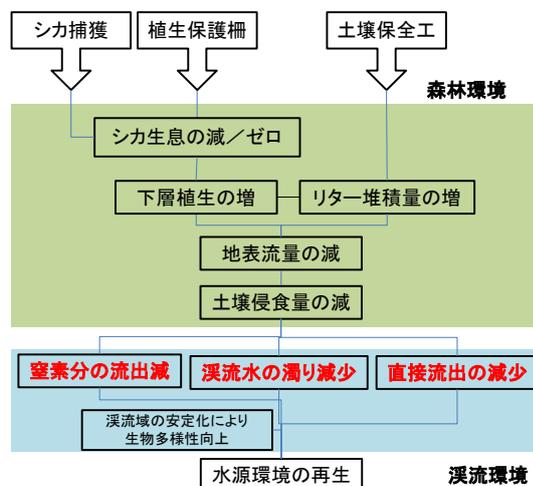


図 1 シカの管理による下層植生の回復で予想される変化

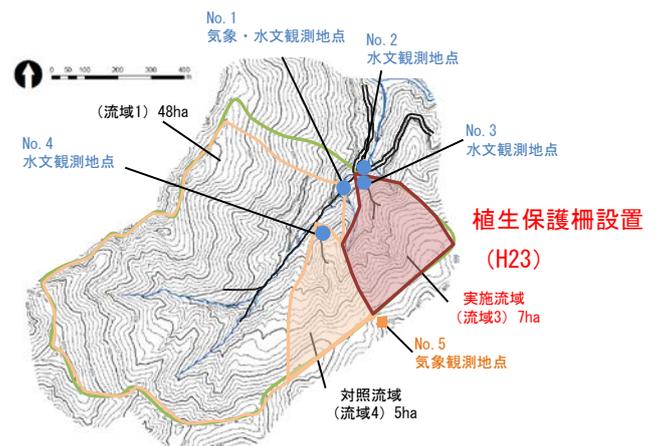


図 2 大洞沢試験流域平面図

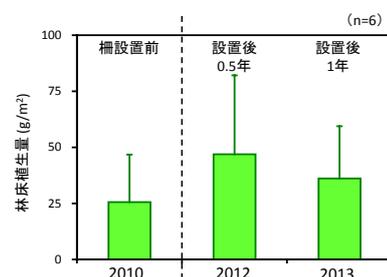


図 3 柵内の植生被覆のある調査区画のバイオマス推移

(2) 適切な水源林管理による人工林の水源涵養機能保全の検証

試験流域：小仏山地貝沢（H22 観測開始）、箱根外輪山フチヂリ沢（H24 観測開始）

森林操作内容：間伐（群状・定性）、木材搬出など

※貝沢では溪流沿いで除伐・間伐をせず、地表をかく乱しないよう配慮

H25実績：小仏山地貝沢における操作翌年の事後モニタリング実施

箱根外輪山フチヂリ沢における事前モニタリング実施

◆貝沢における操作翌年の検証結果

① 水の濁り（細粒土砂流出）の変化

一般的には森林整備に伴う地表のかく乱により一時的に水の濁りが増加するが、貝沢の整備の前後で各量水堰に設置した濁度計により水の濁り（細粒土砂の流出）を比較したところ、整備後に水の濁りは増加しなかった。ただし、整備後にまだ極端に大きな降雨がないことから今後も検証をしていく必要がある。

② 水質の変化

既往の研究事例では、人工林を間伐することによって渓流水質における窒素濃度が数年程度上昇したが、貝沢の整備の前後をとおして水質等の変化を検証したところ、整備翌年時点で渓流水の窒素濃度の変化はみられなかった。

間伐によって林床や溪床への有機物（枝葉）の供給が増加したことは確認できたが、その後の有機物の分解はまだ促進されておらず、既往の研究事例よりも反応が緩慢であることが明らかになった。これは溪流沿いで伐採をしなかったことによるものと考えられた。

③ 流出量の変化

既往の研究から、森林を伐採すると（樹木の蒸散量が減るために）流出量が増加することが明らかになっているが、間伐を行った流域1で間伐前後の流出量を比較したところ、年間 60 mm程度の流出量の増加がみられた。

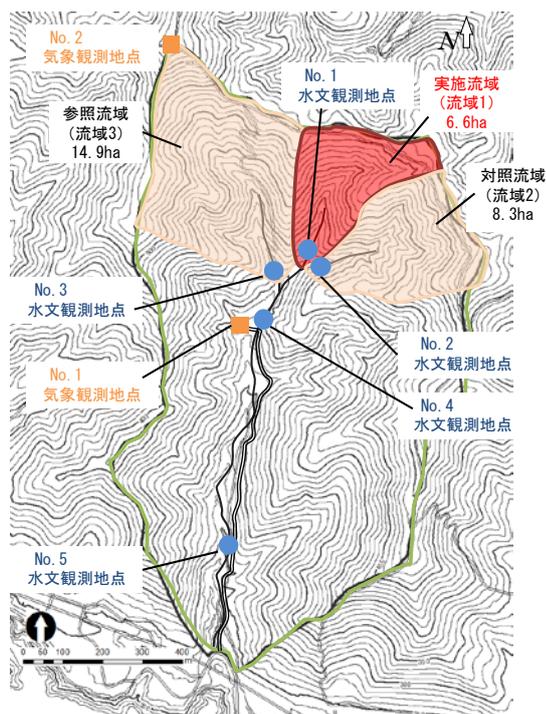


図4 貝沢試験流域平面図

<平成24年度の流域1の整備内容>

- ・間伐（群状）5か所（20m×20m）
- ・間伐（定性）※群状間伐箇所以外は定性間伐
※流域全体での間伐率25%（本数割合）
- ・素材搬出（簡易架線使用）



写真1 貝沢の流域1の整備直後の溪流沿い（除伐・間伐をせずかく乱しないよう配慮）

6. 平成 26 年度計画

① 事後モニタリングの実施（大洞沢、貝沢、ヌタノ沢）

丹沢山地における水源涵養機能改善の検証では、東丹沢大洞沢で植生保護柵設置後 3 年目の効果検証、西丹沢ヌタノ沢で植生保護柵設置翌年の効果検証を行う。

適切な水源林管理による人工林の水源涵養機能保全の検証では、小仏山地貝沢で、間伐後 2 年目の効果・影響の検証を行う。

② 事前モニタリングの実施（フチヂリ沢）

箱根外輪山フチヂリ沢で、整備前の事前モニタリングを継続する。

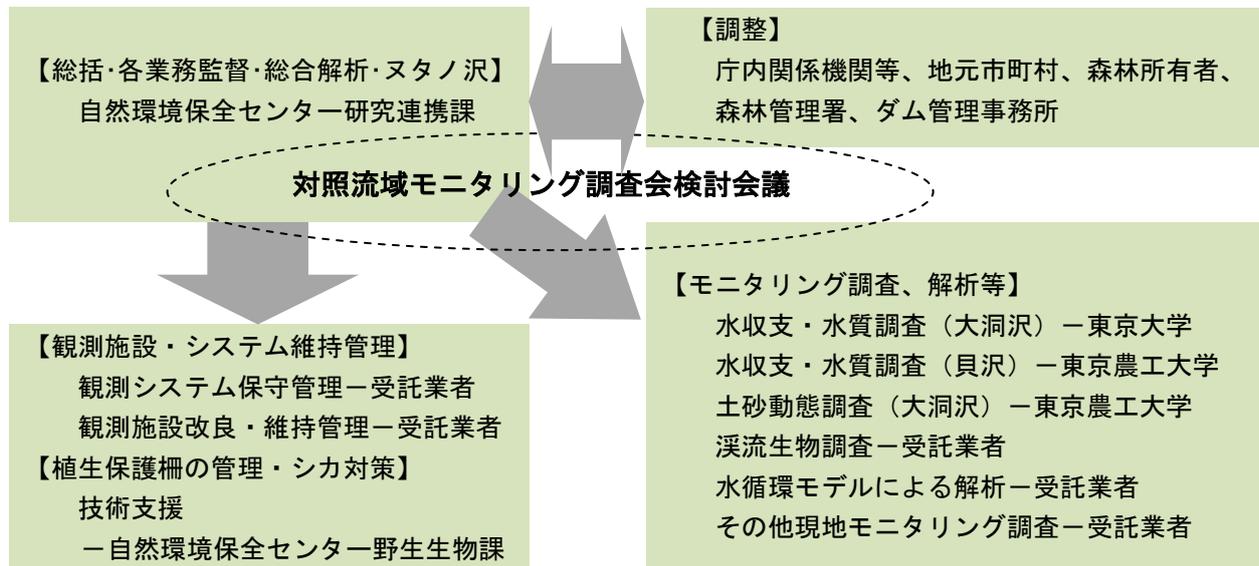
③ 総合解析検討（水循環モデルによるシミュレーション等）

県内 4 か所の対照流域法調査で得られた知見やデータを整理し、中間解析を行う。

水循環モデルにより土砂流出分野の予測解析を行う。

7. 平成 26 年度実施体制

引き続き、大学等の研究機関や調査会社、庁内関係機関等と連携しながら実施する。



森林生態系効果把握調査 (H25 実績・H26 計画)

1. 背景

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

2. 目的

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

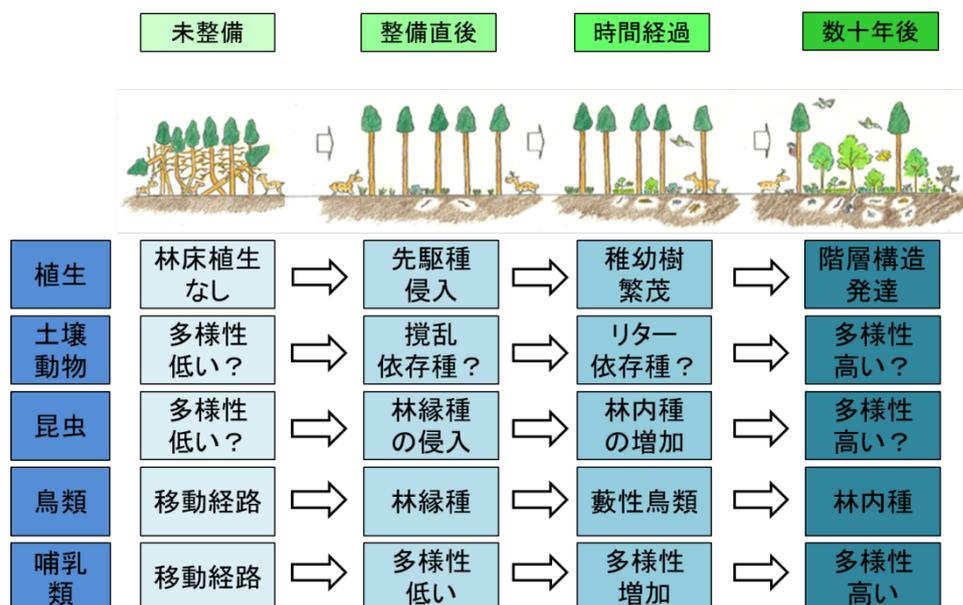


図1 森林整備に伴う林相と生物分類群の多様性の変化モデル

3. 調査地の選定

- ・ 水源の森林エリアの中から、地質やシカの生息状況の差異を考慮して小仏山地と箱根外輪山、丹沢山地の3つの山域を対象地域とした。
- ・ 水源林として確保した森林のうち主要な契約形態である「水源協定林」について、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林の3林相を対象とした。
- ・ 林相ごとに整備前と整備してからの経過時間による状態を評価するために、整備年度によって「未整備」、「整備直後」、「整備後一定時間経過」の3段階の場所を選定した。



小仏山地のヒノキ林の調査林分例（左：整備前、中：整備直後、右：整備後一定時間経過）

4. 事業計画

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

※丹沢山地ではシカの高密度の状態が長く続いたことによる植物への整備効果が発現されないことがわかってきたため、シカの少ないエリア（小仏山地、箱根外輪山）を先に評価する。

5. 平成 25 年度の結果

- ・小仏山地で植物、昆虫、鳥類、哺乳類を調査した。植物を除く分類群は冬季に調査したため整備による顕著な効果を確認できなかった。これらについては H26 夏季の調査を待って解析する。
- ・植物では、下層植生の植被率は、広葉樹林では整備履歴で違いはなかったが、人工林では整備後 4～7 年の調査区で高い傾向があった（図 2）。下層植生の種数は、ばらつきはあるものの、どの林相においても未整備、整備後 3 年以内、整備後 4～7 年経過の順に多い傾向があった（図 3）。

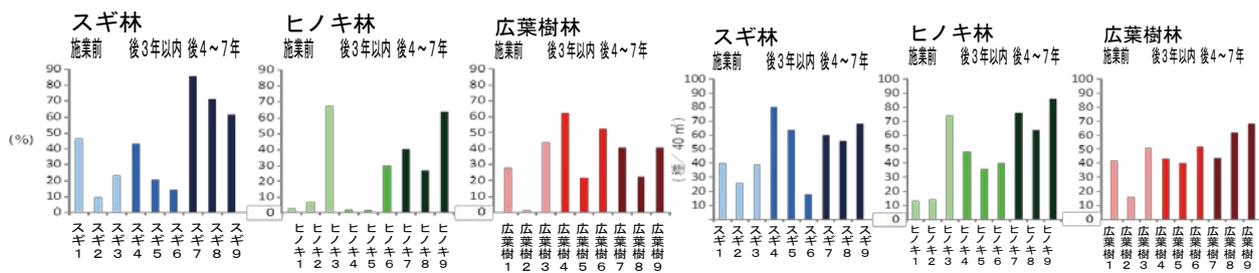


図 2 下層植生の植被率

図 3 下層植生の植物種数

- ・昆虫類では、27 林分で 5 綱 16 目 32 科 703 個体の地表性昆虫等の節足動物が捕獲された。
- ・鳥類では、27 林分で 41 種の計 3568 羽が確認された。
- ・センサーカメラによる大型哺乳類調査では 27 林分で 5 目 10 科 12 種が確認された。最も多く撮影されたのはタヌキ 417 回で次いでニホンザル 377 回、イノシシ 183 回、ニホンノウサギ 180 回であった。ニホンジカは 12 林分で 60 回撮影された。
- ・小型哺乳類調査では、3 林分でヒメネズミ 3 個体が捕獲された。

6. 平成 26 年度の予定

- ・小仏山地と箱根外輪山で初夏から冬にかけて調査する。
- ・今年度からは新たに土壌動物（ササラダニ類とミミズ類）を追加して調査する。