

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

A 水源林の施業技術の改良

(2) 研究期間 平成19年度～

(3) 予算区分 水源林整備事業費

(4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹・山中慶久

(5) 目的

本課題の目的は、水源林整備事業における施業効果の検証と、水源林としての施業技術の検討である。平成24年度は、これまでと同様に整備事業地の植生モニタリングのほか、広葉樹林では林分構造調査を、全モニタリング地点ではセンサーカメラを使ったシカの生息状況調査を実施した。また、人工林の針広混交林への誘導の可能性を検討する試験地において、実施後3年目の高木性樹木の更新状態を調査した。現地調査はすべて(株)総合環境計画に委託して行った。

(6) 方法

調査内容は、①植生モニタリングと②広葉樹林の林分構造調査、③シカの生息状況調査、④針広混交林化調査である。①は11箇所14調査区(柵内外を含めると22試験区)、②は1箇所4調査区、③は①と同じ11箇所、④は1箇所で行った(表1)。

調査方法は、①では光環境と植生を調査した。②では1箇所の4試験区に20m×20mの調査区を1個ずつ設置して、胸高直径、樹高、伐採木の根元直径、林床植被率、光環境を調査した。③では各箇所にセンサーカメラを2台設置して、9月下旬から12月下旬までの3ヶ月間に撮影される動物を記録した。④では2009年に群状伐採した25m×25mの更新面に4試験区(植生保護柵内、柵外の斜面上部、中部、下部)をつくり、各試験区に2m四方の調査枠を10個設置して、開空度と植生、更新木の樹種と樹高を調べた。なお、①の植生モニタリングは2008年度に試験区を設定し、調査した箇所の追跡である。

表1 2012年度調査地一覧

管内	山域	地点名	場所	林相	柵の有無	調査区数	試験区数	調査項目			
								植生	林分構造	シカ生息	混交林化
県央	小仏	H17-協-60	相模原市緑区打谷戸	スギ	無	1	1	○		○	
		H18-協-64	相模原市緑区宝澤	ヒノキ	無	1	1	○		○	
	丹沢	H18-協-48	相模原市緑区中鉢	ヒノキ	無	1	1	○		○	
		H19-協-11	清川村辺室沢日向	広葉樹	○	1	2	○	-		○
湘南	丹沢	H18-協-06	伊勢原市梅ノ木	スギ	○	1	2	○		○	
		H16-協-04	伊勢原市寒沢	広葉樹	○	4	8	○	○		○
		H17-協-05	伊勢原市奥前内寺	スギ	○	1	2	○			○
県西	丹沢	H16-協-15	山北町玄倉竹本	ヒノキ	○	1	2	○		○	
		H16-協-24	山北町笹ケ尾	スギ	無	1	1	○			○
	箱根 外輪山	H18-分-02	小田原市荻窪	ヒノキ	無	1	1	○			○
		H18-分-04	小田原市久野	ヒノキ	無	1	1	○			○
	丹沢	H09-協-06	松田町寄	スギ	○					○	○
合計						10	17	22	4	12	1

(7) 結果の概要

ア 植生モニタリング

各試験区の開空度は9～19%の範囲にあり、スギ・ヒノキ人工林では9～11%のところが多かった。2時点のデータを比較すると、草本層植被率は丹沢の広葉樹林（柵内）では5試験区のうち4試験区で「増加」し、同様に丹沢のスギ・ヒノキ人工林では柵内外に関わらずすべての試験区で「増加」または「やや増加」した。一方で丹沢の広葉樹林（柵外）では5試験区のうち1試験区で植被率は「やや増加」した。現存量も草本層植被率とほぼ同様の傾向があり、丹沢の広葉樹林（柵外）の5試験区は「変化なし」であった。土壌流出では4試験区で「あり」と判定され、そのうちの1試験区は植生保護柵内であった。シカの生息はすべての山域で確認され、丹沢の1地点では「多い」と判定された。

表2 調査した11地点22試験区の2時点の変化量（2008年と2012年のデータを比較）

設定年	山域	地点名	場所	林相	処理	開空度(%)	草本層*1 植被率	現存量*2	シカ*3	
2008年	丹沢	小仏	H17-協-60	相模湖町打谷戸	スギ人工林	柵なし	10	変化なし	変化なし	いる
			H18-協-64	相模湖町宝澤	ヒノキ人工林	柵なし	9	やや減少	やや増加	いる
		H18-協-48	津久井町中鉢	ヒノキ人工林	柵なし	9	増加	やや増加	いる	
		H19-協-11	清川村辺室沢日向	広葉樹林	柵内	9	増加	やや増加		
					柵外	10	変化なし	変化なし	いる	
			柵内	18	増加	変化なし				
			柵外	18	変化なし	変化なし	多い			
			柵内	12	増加	変化なし				
		H16-協-04	伊勢原市寒沢	広葉樹林	柵外	11	変化なし	変化なし		
					柵内	11	増加	変化なし		
					柵外	10	増加	変化なし		
	柵内				19	変化なし	変化なし			
	箱根 外輪山	H17-協-05	伊勢原市奥前内寺	スギ人工林	柵内	9	増加	増加		
					柵外	11	増加	変化なし	いる	
		H18-協-06	伊勢原市梅ノ木	スギ人工林	柵内	14	増加	やや増加		
					柵外	14	増加	増加	いる	
		H16-協-15	山北町玄倉竹本	ヒノキ人工林	柵内	11	やや増加	変化なし		
					柵外	12	増加	変化なし	-	
	H16-協-24	山北町笹ヶ尾	スギ人工林	柵なし	9	やや増加	変化なし	いる		
	H18-分-02	小田原市荻窪	ヒノキ人工林	柵なし	16	増加	やや増加	-		
	H18-分-04	小田原市久野	ヒノキ人工林	柵なし	9	増加	やや減少	いる		

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

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

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

イ 広葉樹林整備地の林分構造調査

コナラやイヌシデが優占する広葉樹林の1箇所4調査区で林分構造を調査したところ、4調査区ともに伐根が認められ、その本数は3～16本/400m²の範囲にあった。主に根元直径10cm未満の個体が伐採されていた。それでも残存木の直径分布はL字型を示した。伐根のもっとも多かったD区において開空度は19.5%と他の調査区よりも高かった。胸高断面積合計値と林床植被率は柵内の調査区で高い傾向を示した（表3）。柵内ではコチザミザサが優占していたのに対し、柵外ではマツカゼソウが優占していた。

表3 林分構造の概要

調査区	柵	開空度 (%)	林床植被率 (%)	林床優占種	胸高断面積合計 (m ² /ha)	DBH階 (本/ha)						
						10	20	30	40	50	60	70
A	外	13.5	38	マツカゼソウ	19.8	350	175	100	0	25	25	0
B	内	14.3	53	コチヂミザサ	36.3	2075	75	25	75	50	0	50
C	外	11.4	9	マツカゼソウ	23.8	1325	175	250	0	25	0	0
D	内	19.5	58	コチヂミザサ	37.1	500	300	275	150	25	0	0

ウ シカの生息状況調査

2012年度はシカを含めた撮影頻度が低かった。野生動物が撮影されなかった地点が2か所あった。動物が撮影された10箇所のうち8箇所の優占種はシカであり、次いでイノシシであった(図2)。他の動物ではツキノワグマが1箇所で撮影された。

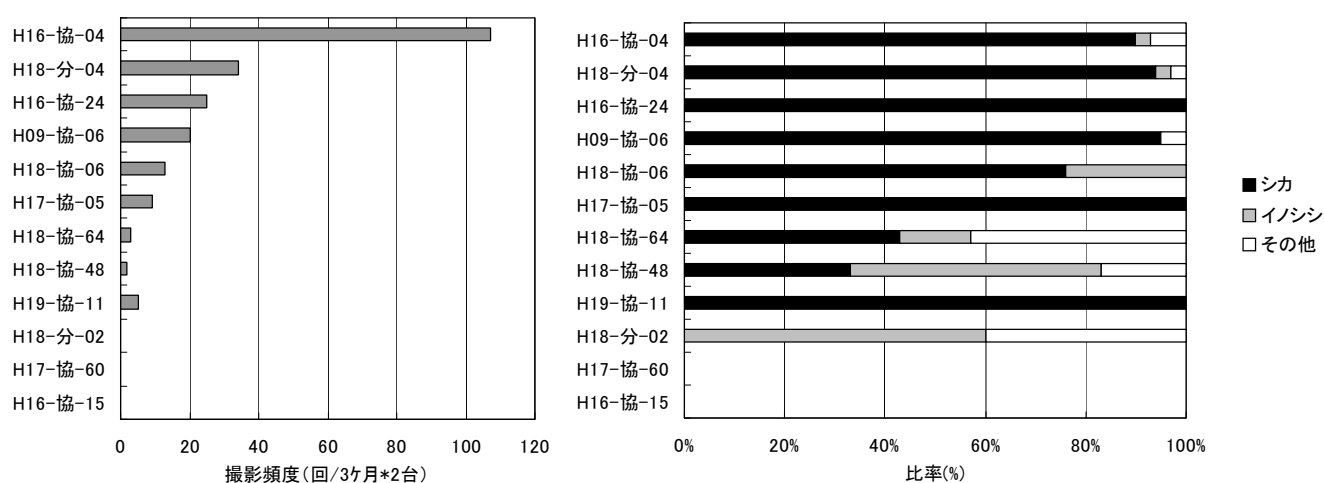


図2 センサーカメラによる動物の利用状況 (左はシカの撮影枚数、右は全撮影枚数に対する動物の優占度)

エ 針広混交林化調査

更新木の種数は柵内で19種、柵外では6~7種であり、柵内で2~3倍多かった。更新木の密度も柵内で高かった(表4)。全体として密度の高かった樹種はフサザクラとアカメガシワ、カラスザンショウなどの先駆樹種とスギであった(表4)。他にはクマノミズキやヤマグワ、オオバノキハダなどが出現した。出現した樹種の種子散布型は鳥散布が風散布型であり、重力散布はコナラの1種であった。更新木の樹高を柵内と柵外で比較すると、柵内で高い樹種が多かった。柵内では最大樹高が300cmを越える樹種が3種あり、それはアカメガシワとカラスザンショウ、オオバキハダであった(図3)。一方、柵外では最大樹高が10cmを越える樹種はクマノミズキとヤマグワの29cmが最高で、それ以外の更新木の最大樹高は15cm未満であった。

動物の利用状況については、合計で21回の撮影頻度であった。そのうちの20回がシカで1枚はタヌキであった。

以上のことから、事業実施後3年目において柵内外で出現種数と密度、樹高に差異があり、昨年と同様にシカの採食影響が持続していることを確認した。柵外ではシカを捕獲するか植生保護柵を設置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 (/100 m²)

	寿命	斜面上部	斜面中部	斜面下部	柵内	合計
フサザクラ	50	5	10	133	1183	1331
アカメガシワ	50	3		3	225	231
スギ	100<	3	13	158	15	189
カラスザンショウ	50				133	133
クマノミズキ	50-80	20	3		80	103
ヤマグワ	50		8	8	48	64
ヌルデ	50			5	43	48
オオバノキハダ	150<	3			40	43
イヌシデ	50-100	3		3	3	9
ヤマハンノキ	50-100		3		5	8
コナラ	100<				5	5
アカシデ	50-100				3	3
ネムノキ	50				3	3
アオダモ	100<				3	3
イロハモミジ	100<				3	3
クマシデ	50-100				3	3
コブシ					3	3
ミズキ	50-80				3	3
ヤマザクラ	50-100				3	3
リョウブ			3			3
バッコヤナギ		3				3
合計		40	40	310	1804	2194

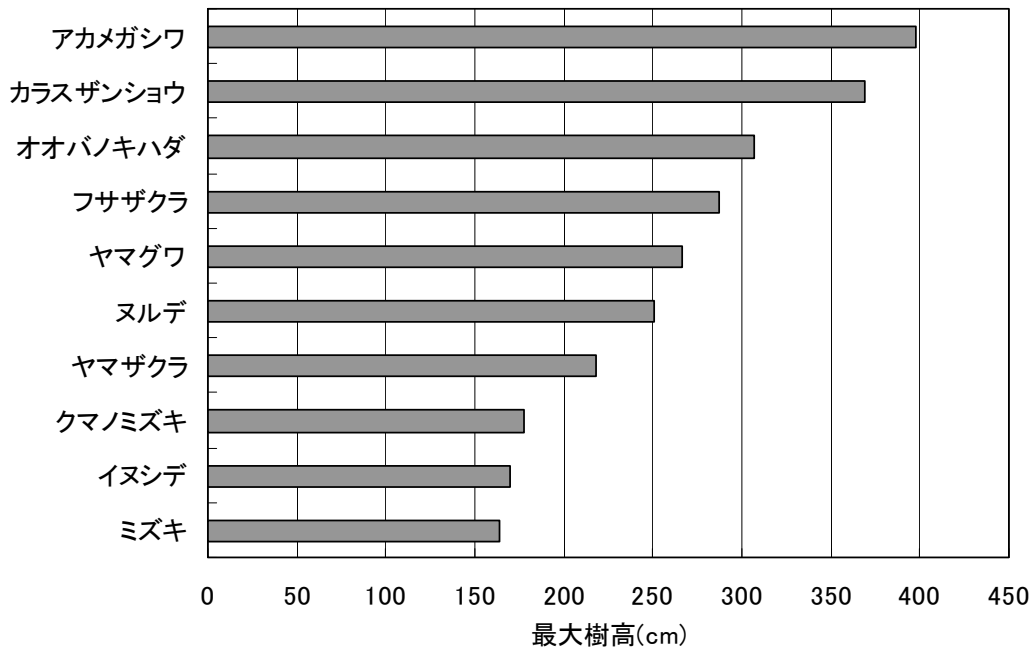


図3 更新木の最大樹高

(8) 課題

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

(9) 成果公表

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

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング—総括—

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

平成19年度から開始したかながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（平成24年度からは第2期）では、施策の効果を検証するためのモニタリング調査が計画されている。本研究課題は、その中でも森林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

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

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

① 対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

当研究プロジェクトの全体の調整やモニタリング結果の検討を行うために、関係分野の学識者からなる対照流域モニタリング調査会を構成し、実務レベルの検討会議を2回開催した。

② 研究分野別の部会の開催

全体の検討会議では議論しきれない専門分野ごとの具体的な検討を行うため、水・土砂分野について、部会を2回開催した。

③ 研究成果評価部会の開催

外部評価委員により第1期5か年における取組みの実績の評価と今後の対照流域法によるモニタリング調査の推進にあたっての助言を受けるため、研究成果評価部会を開催した。

④ 自然環境保全センター報告第10号「特集：森林における水環境モニタリングの始動」の発行

自然環境保全センターが業務で得た情報などの記録・公表のために作成している「自然環境保全センター報告」の第10号で、本プロジェクトの第1期5か年の研究実績を取りまとめて平成25年3月に発行した。

(7) 結果の概要

① 対照流域モニタリング調査会検討会議の開催

○名称：第13回対照流域モニタリング調査会検討会議

日時：平成24年7月24日（火）13：30～15：30

場所：川崎市産業振興会館

議題 1) 第1期の成果のとりまとめと公表について

2) 大洞沢、貝沢における森林操作とモニタリングについて

3) ヌタノ沢、フチヂリ沢の事前モニタリングの実施について

概要：昨年度までの成果を踏まえて、今年度の各調査やとりまとめについて検討した。

主な意見：

- ・県民説明という点では、パンフレットに力をいれるべきで、水流出特性など各流域で同じフォーマットの図やグラフを作成するなど工夫が必要。
- ・水生生物の事後モニタリング時期は、整備の1年以上後から5年程度までではないか。
- ・大洞沢の本流の整備について、今後行うなら当該エリアの事前モニタリングも必要である。本流の整備予定林分は、谷地形であるが常水はないので、どのようなモニタリングとするか検討も必要である。
- ・貝沢の整備について、低木層以下の除伐の評価についても本来は試験研究の中に位置づけて扱うべき。ただ、データとしては難しいので、結果としてどこにどの程度低木層が残っていたかという記録だけでも残せば有効ではないか。
- ・県民にわかりやすく説明するために、空中写真など、貝沢の伐採前後の変化が分かりやすいものがあるとよい。
- ・ヌタノ沢は、大規模出水時の土砂流出によりピーク流量がとれないとのことだが、対照流域の評価としては、ピーク流量に限らないので、4地域で同じデータ項目をそろえる必要もあるが、部分的には各試験地ごとの方針で実施すればよいのではないか。

○名称：第14回対照流域モニタリング調査会検討会議

日時：平成25年1月8日（火）13：30～16：30

場所：東京都秋葉原庁舎

議題 1) 対照流域モニタリングの進捗状況について

2) 対照流域モニタリングの成果とりまとめについて

3) 平成25年度以降のモニタリングの実施について

概要：各専門委員と事務局から今年度調査の概要報告と意見交換を行った。また、事務局の示したパンフレットの内容案について意見交換を行った。

主な意見

- ・水源環境の観点でも丹沢を中心にシカの問題が大きいので、パンフレットの最初のほうで今なにがどう問題かを示すべき。
- ・現状のデータでの4か所の比較については、流況曲線なら可能ではないか。
- ・専門外の人を対象にするわりには、後半が難しすぎる。全体的にもっと解説が必要。
- ・見開きページでは、4か所の試験流域の図が四隅にあって、真ん中で流域間の比較を載せたらどうか。
- ・試験地の位置図は、神奈川県全体の輪郭に位置が落ちていないと、どこかわからない。

② 研究分野別の部会の開催

○名称：対照流域モニタリング（水・土砂分野）検討会

日時：平成24年6月15日（金）13：00～17：00

場所：東京大学農学部

概要：東京大学、東京農工大学、自然環境保全センターの担当する各試験流域の水・土砂分野の研究の実施にあたり合同でゼミを行った。

発表項目・発表者：

『丹沢堂平地区における土壌侵食調査の概要』石川芳治

『ブナ林における林床合計被覆率の変化が地表流流出率に与える影響』海虎

『丹沢堂平地区の林床植生衰退地における土壌侵食量と降雨に関する3要因との関係』ビリゲト

『丹沢堂平地区における各種の土壌侵食対策工の効果』若原妙子

『大洞沢流域における植生変化と土砂動態観測：植生保護柵の影響評価に向けての取り組み』

五味高志, 平岡真合乃, Pham ThiQuynhAnh

『大洞沢流域の水収支・流出特性：隣接する流域間での比較』小田智基

『物理モデルによる表層崩壊発生箇所の解析～丹沢山地の崩壊事例について～』中渕遥平

『貝沢対照流域試験地における物質循環の特徴』戸田浩人

『貝沢流域における浮遊土砂と降雨流出特性』片岡宏介

『ヌタノ沢流域における植生保護柵設置効果検証のための事前モニタリング』内山佳美

鈴木雅一教授コメント（抜粋）：

・大洞沢の植生保護柵の効果の検証については、現在やっている調査のデータでは影響が見えなかったとしても、本当に影響がでていないのか、それとも影響はできているが今の測定方法ではとらえきれていないのか、といった検討も必要になってくる。

○名称：対照流域モニタリング調査会 水土砂調査打合せ

日時：平成24年11月27日（火）13:30-16:30

場所：東京農工大学

議題：1) 水循環モデルによる事業の効果予測の第2期実施計画について

2) 各調査の進捗状況について

概要：対照流域モニタリングの一環で取り組んでいる「水循環モデルの構築と予測解析」の水源地2期の実施計画について、現地モニタリングを担当する東大、農工大の各先生方より意見をいただいた。

主な意見（特にモデル活用に関するもの）：

- ・施策検証とあわせて神奈川の水源地域の水や土砂の流出の実態も公表していくべき
- ・各モデルの横並びの検討をする前に、各試験地の現地観測で得られた水・土砂流出特性を横並びで比較しておくべき
- ・予備解析のケース2（全域植生衰退）の結果は、見た目のインパクトがあるが、ケース1（全域植生回復）は見た目のインパクトがあまりなく、どう説明するか難しい。
- ・丹沢は、シカの影響により各シナリオの差がでるが、一般の森林管理に適用するのは難しいだろう。
- ・シカの生息密度分布を入力値にして水流出をだす解析ならだしてもよいかもしい。その場合も、現地調査で得られた途中段階の各プロセスを盛り込むべき。
- ・森林施業のシナリオでは、路網整備がはいつてくる。水や土砂の流出では路網の影響が大きい。資源管理をあわせて路網も組み込むことになるのでは。

③ 研究成果評価部会の開催

名称：平成23年度農林水産技術会議研究成果評価部会

日時：平成24年3月19日（火）14:00～16:00

場所：小田原合同庁舎

評価委員：

玉井幸治 独立行政法人森林総合研究所 水土保全研究領域 水保全研究室長

加賀谷隆 東京大学大学院農学生命科学研究科 助教

内海 規 公益財団かながわトラストみどり財団 みどり森林課長

概要：「対照流域法によるモニタリング調査」について、第1期の5年間の実施内容を振り返り、第2期以降の研究の推進について、特に事務局より示した3つの課題を中心に指導・助言をいただいた。

主な意見：

- ・着実な水文観測の継続について
観測のコストの削減は難しく、特に人手をかけることで精度が確保される面もある。森林総合研究所の例では長期水文観測を研究課題とは別の基盤事業に位置づけて、水資源に焦点をあてた長期観測を行っている。

- ・水生生物の生息と森林管理との結びつけについて
因果関係をみるにはやはり調査項目の充実している 4 か所の試験流域でみるのがよい。4 か所の試験流域の比較も事業の効果検証も水生生物の側からみるといずれも土砂がポイントになることが予想される。森林整備をしても種数はそれほど変わらないことが予想されるため種ごとの生息数で評価するほうがよい。落葉を起点とする食物連鎖系に焦点をあてリターバック法などの簡易な手法によって定量調査を行うことができる。
- ・専門的な研究成果の広報・普及について
言葉が専門的すぎて難しいこと、また、水生生物について何か特定の種が生息していると水源として良好だと言えるようなものがあるなら、県民参加の活動でも使えるのではないかな。

④ 自然環境保全センター報告第10号 特集「森林における水環境モニタリングの始動」の発行

発行：平成25年 3月

総ページ数：298ページ

掲載論文（目次順）

- 内山佳美ほか：神奈川県における水源環境保全・再生施策の検証方法とその実施状況（総説）
 内山佳美ほか：対照流域法によるモニタリング調査のための観測システムの整備（資料）
 石川芳治ほか：東丹沢堂平における土壌保全工の土壌侵食軽減効果の評価（調査・研究報告）
 石川芳治ほか：東丹沢堂平における流域スケールでの土壌保全対策効果の検証（調査・研究報告）
 小田智基ほか：東丹沢大洞沢試験流域における水収支・流出特性 — 地下部における水移動の影響—
 （原著論文）
 小田智基ほか：東丹沢大洞沢試験流域における窒素流出機構（調査・研究報告）
 五味高志ほか：大洞沢試験流域における林床植生の空間分布特性（原著論文）
 平岡真合乃ほか：大洞沢試験流域における流出土砂量と土砂生産源の季節変動（原著論文）
 白木克繁ほか：貝沢試験流域における隣接する三流域の降雨流出特性と浮遊土砂動態（調査・研究報告）
 辻千智ほか：神奈川県貝沢試験流域における窒素動態特性（原著論文）
 横山尚秀ほか：西丹沢ヌタノ沢の水文地質と流出状況（調査・研究報告）
 内山佳美ほか：西丹沢ヌタノ沢試験流域における平成23年度の台風による土砂流出の概況（資料）
 吉武佐紀子ほか：大洞沢、貝沢の付着藻類植生（原著論文）
 坂本照正ほか：山地溪流の付着生物群集への生態学的アプローチ（資料）
 石綿進一ほか：源流河川の底生動物（原著論文）
 石綿進一ほか：ヌタノ沢のカゲロウ類（原著論文）
 倉西良一ほか：源流河川のトビケラ目昆虫—ヌタノ沢で採集されたアミメシマトビケラ科とナガレトビケラ科の形態と遺伝子情報—（原著論文）
 小林 貞ほか：西丹沢ヌタノ沢のユスリカ科（原著論文）
 横山尚秀ほか：試験流域の水文地質等の流域特性の把握（調査・研究報告）
 森康二ほか：神奈川県水源エリアの3次元水循環モデル（調査・研究報告）

(8) 課題

・森林における水源環境保全・再生対策の効果を専門的な見地から検証するための総合モニタリングであるため、研究分野が多岐にわたるうえ、森林の生育や土壌の回復のような長期的変化も視野にいれる必要がある。このため、県内4か所に設定した試験流域において長期に着実なモニタリングを推進していくためには、安定的に大学等の研究機関との外部連携を継続できる体制を構築する必要がある。

・水源税の第1期5か年で県内4地域にそれぞれ設定した試験流域において、第2期5か年では、各試験流域のモニタリングの狙いに従って操作実験と検証を行い、成果をあげる段階となる。このため長期的な効果の検証と同時に、短期間でも変化が検出できるような項目を選定して並行して検証していく必要がある。

・各試験流域において、第3期以降に実施する2回目の森林操作について第2期の早い段階で具体化し、必要に応じて第2期のうちに事前モニタリングを開始する必要がある。

(9) 成果の発表

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

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

表1 対照流域法等による森林のモニタリング調査の全体スケジュール

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



- 宮ヶ瀬湖上流（大洞沢流域）：H20 施設整備（検証のねらい）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（検証のねらい）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（検証のねらい）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（検証のねらい）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箇所に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24年度）

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

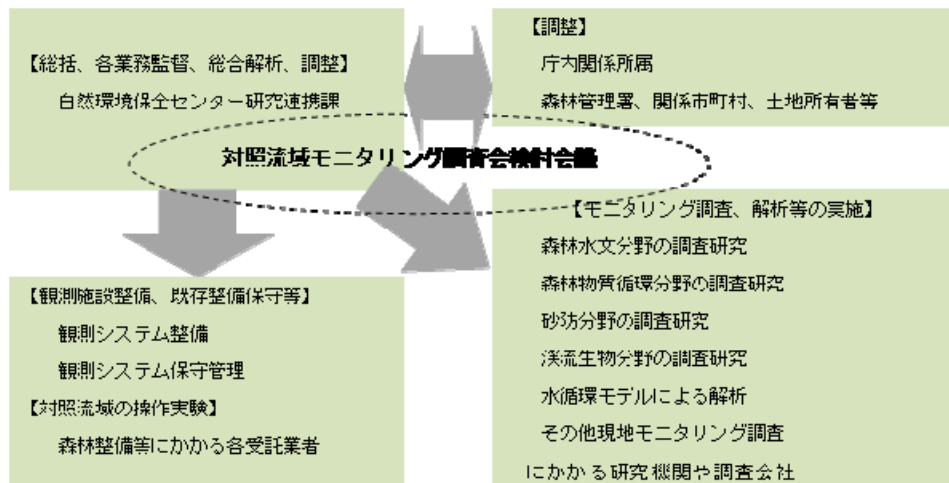


図2 平成24年度実施体制

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Ba 観測施設保守・改良

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美

(5) 目的

第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づいて、対照流域法等による森林のモニタリング調査における基盤となる観測データを取得するために、第1期5か年において整備した各試験流域の観測施設の維持管理及び改良を行う。

(6) 研究方法

各試験流域の観測施設の定期的な保守管理、豪雨等の影響により必要になった量水堰の浚渫工事や修繕、また、地下水位観測機器の新設等の現地の施設の保守や改良を行った。また、各試験流域から自動回収した観測データをデータベースに自動登録する既存システムに、平成24年度から新たに観測を開始したフチヂリ沢の気象データの自動登録プログラムを追加した。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成24年度）

箇所	業務内容	工期	受託者
大洞沢	観測施設の定期点検・保守(全9回)	6/7 ~ 3/15	神奈川県森林組合連合会
	監視カメラシステムの修繕(NO4量水堰カメラの落石による破損対応)	6/22 ~ 7/31	(有)川入でんき
	監視カメラシステムの修繕(石碑傍のカメラの修繕)	11/30 ~ 12/26	(有)川入でんき
	危険木(枯死木)の除去	6/27 ~ 8/10	(有)高足造林
	NO1量水堰の浚渫工事(5/2～3の豪雨対応)	5/30 ~ 8/31	(株)落合組
	NO1量水堰の浚渫工事	1/20 ~ 3/22	(株)落合組
	地下水位計測機器の設置(H22,H23ボーリング孔各1箇所)	10/5 ~ 3/15	(株)ウイジン
貝沢	NO4量水堰の下流側洗掘防止対策	6/14 ~ 7/31	(株)ウイジン
	受電ポールのかさ上げ	10/31 ~ 11/30	矢作電設
	NO1, 3, 4量水堰の漏水対策工事	11/30 ~ 12/20	(有)榎本工業
	木材搬出に伴う一時的な観測機器類の保護措置	2/23 ~ 3/30	佐藤林業
ヌタノ沢	観測施設・システムの定期点検・保守	6/7 ~ 3/15	(株)ウイジン
	A沢量水堰の浚渫工事(6/19の台風4号対応)	6/27 ~ 7/20	(株)加藤工務店
	A沢量水堰の浚渫工事(7/14の豪雨対応)	7/23 ~ 8/24	(株)加藤工務店
	観測システムの一部修繕(落石による破損対応)	1/23 ~ 2/15	(株)ウイジン
	地下水位計測機器の設置(H23ボーリング孔1箇所)	10/5 ~ 3/15	(株)ウイジン
フチヂリ沢	観測施設・システムの定期点検・保守	6/7 ~ 3/15	(株)ウイジン
	地下水位計測機器の設置(H23ボーリング孔1箇所)	10/5 ~ 3/15	(株)ウイジン
データ管理	観測データの自動DB化システムの改良(フチヂリ沢の追加)	10/24 ~ 1/31	(有)ネブス

(7) 結果の概要

1 量水堰の浚渫工事（大洞沢）

○大洞沢 NO1 量水堰の浚渫工事（1回目）

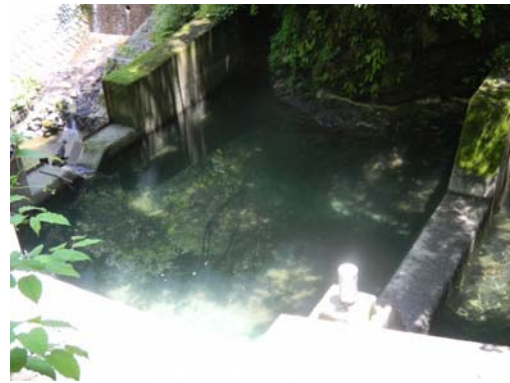
- ・ 5月2～3日の豪雨の影響による土砂流入のため
- ・ 浚渫、運搬土量 量水堰上部 41.3 m³ 量水堰下部 74.2 m³
- ・ 現地浚渫作業 平成24年6月5日から14日

○大洞沢 NO1 量水堰の浚渫工事（2回目）

- ・ 来期の土砂流入に備えて沈砂池を空けるため
- ・ 浚渫、運搬土量 量水堰上部 41.3 m³
- ・ 現地浚渫作業 平成25年3月8日から3月13日



大洞沢 1 回目施工前



大洞沢 1 回目施工後



大洞沢 2 回目施工前



大洞沢 2 回目施工後

2 量水堰の浚渫工事（ヌタノ沢）

○ヌタノ沢 A 沢量水堰の浚渫工事（1 回目）

- ・台風 4 号（6 月 19 日）の影響による土砂流入のため
- ・浚渫土砂量 26.4 m³ ・現地浚渫作業 平成 24 年 6 月 28 日から 29 日

○ヌタノ沢 A 沢量水堰の浚渫工事（2 回目）

- ・7 月 14 日の豪雨の影響による土砂流入のため
- ・浚渫土砂量 5.6 m³ ・現地浚渫作業 平成 24 年 7 月 27 日から 28 日



ヌタノ沢 1 回目施工前



ヌタノ沢 1 回目施工後



ヌタノ沢 2 回目施工前



ヌタノ沢 2 回目施工後

2 地下水位計測機器の設置

平成 22～23 年度に行った地下水頭調査のボーリング孔に地下水位計測機器を設置した。

箇所：大洞沢 2 箇所（N04 水文観測地点近くの本流沢沿い H22 ボーリング孔、
流域 N04 内中腹 H23 ボーリング孔）、ヌタノ 1 箇所（H23 ボーリング孔）、
フチヂリ 1 箇所（H23 ボーリング孔）

機器仕様：uizin 製（水位計）UIZ-WL-1000-N19（ロガー）UIZ3635-50mV 計測仕様：1 時間毎



大洞沢（沢沿い）

ヌタノ沢

フチヂリ沢

3 貝沢の量水堰の修繕

- N04 量水堰の下流側洗掘防止対策
現地作業 平成 24 年 6 月 28 日
- N01, 3, 4 量水堰の漏水対策
現地作業 平成 24 年 12 月 6 日～11 日

4 ヌタノ沢の落石対応

平成 25 年 1 月 3 日に発生した落石により、気象観測のケーブルが断線したため、石の除去とケーブルの復旧を行った。



落石の状況

5 各試験流域の平成 24 年度の観測状況

- 大洞沢 欠測なし ※量水堰の土砂流入、浚渫作業の間など一部不良データあり
- 貝沢 欠測なし ※堰の漏水など一部不良データあり
- ヌタノ沢 水位データのみ欠測なし ※堰の浚渫時など一部不良データあり
雨量、水位以外について、1 月、4 月、8 月、9 月に一部欠測あり。
- フチヂリ沢 欠測なし

(8) 課題

- ・ 量水堰の土砂流入や施設の破損等によって正確な測定ができなくなった場合は、迅速な対応を行い欠測またはデータ不良期間を最小限にする必要がある。
- ・ 日頃から観測の精度を維持するために、機器の定期点検と適切な保守を行い、量水堰等の施設の異常の早期発見、早期対応を行う必要がある。

(9) 成果の発表

内山佳美・山根正伸(2013)対照流域法によるモニタリング調査のための観測システム の整, 神自環保セ報10、1-12

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bb 大洞沢モニタリング調査

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）、公共（保安林改良事務費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦

(5) 目的

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

(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）において、流域からの水流出、水質形成機構、土砂流出動態に関する事前モニタリングを継続して実施した。本研究は、東京大学（以下項目の①）及び東京農工大学（同、②）への受託研究により実施した。（詳細は、各受託研究報告書参照）

平成23年度末の実施流域における植生保護柵設置後1年目の植生調査を平成20年に設定したプロットにて実施した。また、流域内の水流出特性の検討や水循環モデルによる解析の基礎資料とするために、流域内で多点の土壌深度測定を行った。さらに、第3期5か年の期間における第2回目の森林操作とモニタリング内容について検討する基礎資料とするために、少雨期の湧水調査、実施流域・対照流域以外のNO1観測地点上流域の立木調査を行った。これらの調査は、神奈川県森林組合連合会（以下項目の③）、日本工営（株）（同④、⑤）が受託して実施した。（詳細は、各委託報告書参照）

① 大洞沢における水収支・流出特性、水質形成機構

a. 水収支・流出特性

大洞沢流域内の流域No1(48ha)、流域No3(7ha)、流域No4(5ha)の3流域を対象とし、流域末端部の量水堰に加えて流域内小プロットも含めた7地点で量水観測を行うとともに、降水量等の基礎データを継続して取得した。流域内小プロットと流域末端の量水堰との流出量の関係について比較検討した。

b. 水質形成機構

降水、林内雨、渓流水、土壌水、地下水の水質観測を行い、硝酸濃度を中心に物質循環の動態を検討した。

② 大洞沢における土砂流出動態

a. 林床植生の空間分布特性

流域No3、流域No4の2流域における林床植生分布とその影響要因について把握するために、58プロットの林床被覆状態・地形条件・土壌条件等の既存調査結果を元に林床被覆状態と影響要因の解析を行った。

b. 林床植生の地上部および地下部バイオマスと立地環境

これまで水や土砂の動態に対する林床植生の影響については地上部を中心に研究されてきたため、山地斜面における林床植生の地上部の状態（地上部乾重量や出現種数など）と地下部乾重量との関係、および地下部現存量が土壌特性に与える影響を明らかにするために、調査プロットごとに林床被覆状態・地上部乾重量・地下部乾重量・出現種数・主な出現種・斜面傾斜・土壌のかさ密度・細粒土含有率などを調査した。

c. 斜面における土壌侵食と栄養塩流出

流域スケールでの斜面状態と土砂生産源分布、土壌栄養塩状態を把握することを目的として、流域No3、流域No4において、山地上流域から流出する土砂量を把握するとともに

Cs-137とPb-210exを用いて土砂侵食量および土砂起源の推定を行い土壌侵食と栄養塩の流出について把握した。

d. 斜面からの土砂生産量

斜面で生産される土砂量を把握するために、流域No. 3と流域No. 4内の斜面末端部に横幅1 mの開放型斜面プロットを2箇所ずつ設置し、2009年10月9日から2012年3月15日までの間1〜数ヶ月おきに捕捉されたリターおよび土砂を回収した。回収したサンプルはリターと土砂に分離し乾燥重量を測定した。土砂は、25mm、10mm、4 mm、2 mm、1mm、0.6mmのふるいを用いて、粒径区分ごとの乾燥重量も測定した。

e. 流出土砂量と土砂生産源の季節変動

流域の流出土砂量と土砂生産源の季節変化を把握するために、流域末端の沈砂池で流出土砂量の測定と、流域内の斜面でインターバルカメラを用いた林床被覆の連続観測を行った。

③ No3, No4 流域内の植生調査

平成24年3月にNo3流域を囲う植生保護柵が完成したため、既存の10m四方の植生調査プロット（流域No3: 8地点、流域No4: 8地点）において、植生保護柵設置初年度の植生調査を行った。調査項目は、林床植生の植被率、出現種・被度・群度、50 cm四方の植生刈取による湿重量・乾燥重量測定、相対照度・開空度である。調査期間は、平成24年8月29日から9月14日（相対照度測定のみ10月17日）である。

④ 土壌深度調査

大洞沢試験流域の217地点において、簡易貫入試験器による土壌深度測定を行った。今回測定結果と平成9年度の簡易貫入試験器による調査（20地点）の結果を踏まえて、土壌深度分布概況図を作成した。

⑤ 本流の湧水調査、立木調査

流域No3, No4以外の本流上流域における今後の森林整備とモニタリングについて検討する基礎資料とするために、少雨期の湧水調査、立木プロットの調査を行った。

(7) 結果の概要

大洞沢では、年間水収支をはじめとした水流出特性、窒素をはじめとした水質形成機構、流域内の土砂生産および流出動態などの基本的な特性がより明らかになってきた。さらに、平成24年3月に流域No. 3に植生保護柵を設置した効果を検証するために、長期的な変化だけでなく短期的に検証できる小プロットなどの測定も追加して検証を始めたところである。

平成24年度実施結果のうち、主な結果は以下のとおりである。（詳細は委託報告書等参照）

① 大洞沢における水収支及び流出特性、水質形成機構

○大洞沢における水収支

大洞沢の2010年から2012年の平均年水収支は、降水量は3020mmであり、それに対して流量はNo1が2300 mm、No3が1980 mm、No4が3660mmであった。流域内小プロットにおける量水観測の結果、ハイドログラフは概ね流域末端部と同様の挙動を示したが、極端に流量が大きなプロットも見られた。水収支を比較すると、2012年6月から12月の間で降水量1500mmに対し、流域末端部では950mmから1600mmであるが、小プロットでは流出量は650mmから7500mmと非常に大きなばらつきが見られた。このことから、小流域の水収支や流出特性に対して岩盤深部を流動する地下水の影響が大きいことが分かった。

○大洞沢における水質形成機構

大洞沢における水質観測の結果、渓流水中のNO₃-濃度は1年を通して30~50 μmol/lと高濃度であり、大きな季節変化は見られなかった。降水中のNO₃-濃度は20~30 μmol/lであり、土壌中ではNO₃-が100~200 μmol/l程度にまで上昇し、地下水では植物による吸収などの影響で0~40 μmol/lに濃度低下した。また、地下水は場所による違いが大きく、NO₃-濃度がほとんど検出されない場所や渓流水と同様の濃度を示す場所があった。地下水帯の一部で脱窒が起こっている可能性が考えられた。さらに、硝酸態窒素の安定同位体比から、流出するNO₃-の起源を調べたところ、主に土壌内で生成された硝化由来のものであり、降雨流出時にも、大気由来のNO₃-成分はほとんど見られなかった。このことから、土壌中のNO₃-の蓄積、または無機化、硝化速度が大きく、流域内で消費しきれないNO₃-が渓流水に多く流出していることが分

かった。

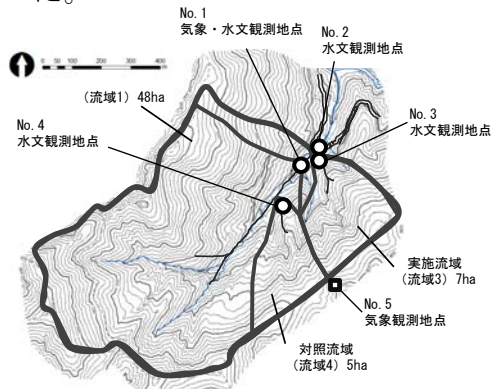


図1 大洞沢試験流域

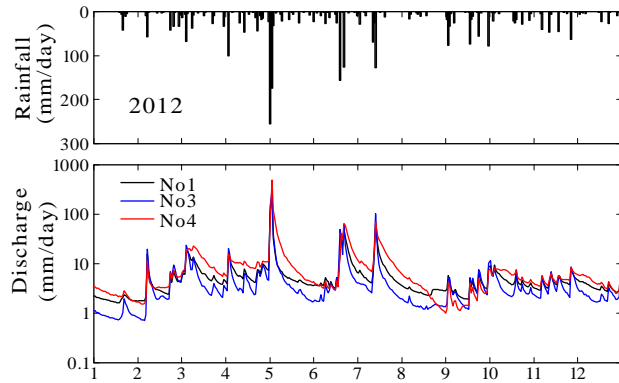


図2 大洞沢における2012年のハイドログラフ

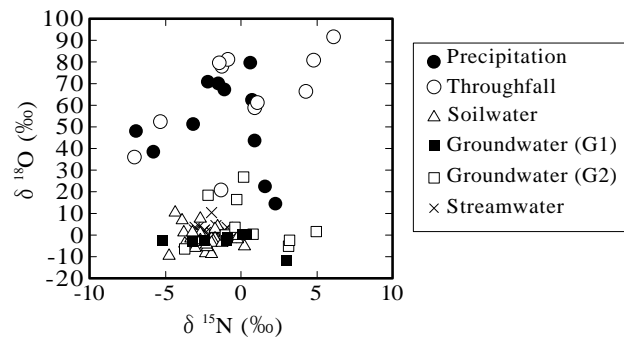


図3 降水、林内雨、土壌水、地下水、渓流水中の $\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の関係

② 大洞沢における土砂流出動態

a. 流域No. 3より流域No. 4において、裸地化している面積割合が大きく、溪流沿いの急斜面で裸地面積の割合が大きくなる傾向がみられた。土壌保全上、 100 g/m^2 程度の植生バイオマス量を維持することが必要であると考えられ、そのためには、10%以上の樹冠開空度もしくは20%以上の相対照度が必要であると予想された。

b. 各調査プロットの林床植生の地上部と地下部乾重量の関係を調べたところ、①林床植生の地上部乾重量が大きいプロットでは草本由来の地下部乾重量も大きい傾向、②出現種数が多いプロットでは地上部乾重量、草本由来の地下部乾重量がともに大きい傾向、③草本由来の地下部乾重量が大きいプロットでは、かさ密度が小さく、細粒土含有量が大きい傾向がある、といった関係性が認められた。このことから、林床植生の地上部の状態から地下部乾重量及び土壌特性を推定することが可能であることが示唆された。

c. Cs-137とPb-210exの濃度を調べることで、土壌侵食と土壌栄養塩の蓄積量との関係について把握することができた。裸地1よりもCs-137濃度が低い、すなわち侵食が激しいと考えられる斜面には 33° 以上の急傾斜かつ被度1または2の裸地が多い傾向が示された。放射性核種と土壌の栄養塩蓄積には正の相関があることから、長期的な土壌侵食が土壌の栄養塩量と関係していることが示された。また、Cs-137、Pb-210ex濃度の空間分布をGIS上で図化することができたことから、今後土壌の栄養塩マップについても作成することが可能である。

d. 土砂が生産される条件を把握するために、期間内総降雨量および期間内最大日雨量と土砂生産量の関係を調べた。土砂生産量、リター流出量とも、期間内総降雨量および期間内最大日雨量に対してばらつきが大きかった。主に降雨の影響で土砂生産が起こっていると考えられる 2 mm 以下の粒径の土砂量と期間内総降雨量および期間内最大日雨量との関係を調べたところ、 2 mm 以下の粒径の土砂は、降雨量が小さい間はばらつきが大きいが、大きくなるにつれてほとんど変わらなくなる傾向が見られた。このことから、土砂量に対する降雨の影響には上限がある可能性が示唆された。

e. 流出土砂量は台風などの大規模降雨時に多くなる傾向が見られたが、流量増加にともなって増加する傾向は見られなかった。流域内で裸地は河道沿いに分布しており、潜在的な土砂生産源と考えられた。林床被覆率は秋季から冬季の気温の変化にともなって経日変動していた。気

温が0°C付近を変動している期間の裸地面では、凍結融解作用にともなう土砂の不安定化や移動が確認でき、土砂生産の季節的な変動が示唆された。

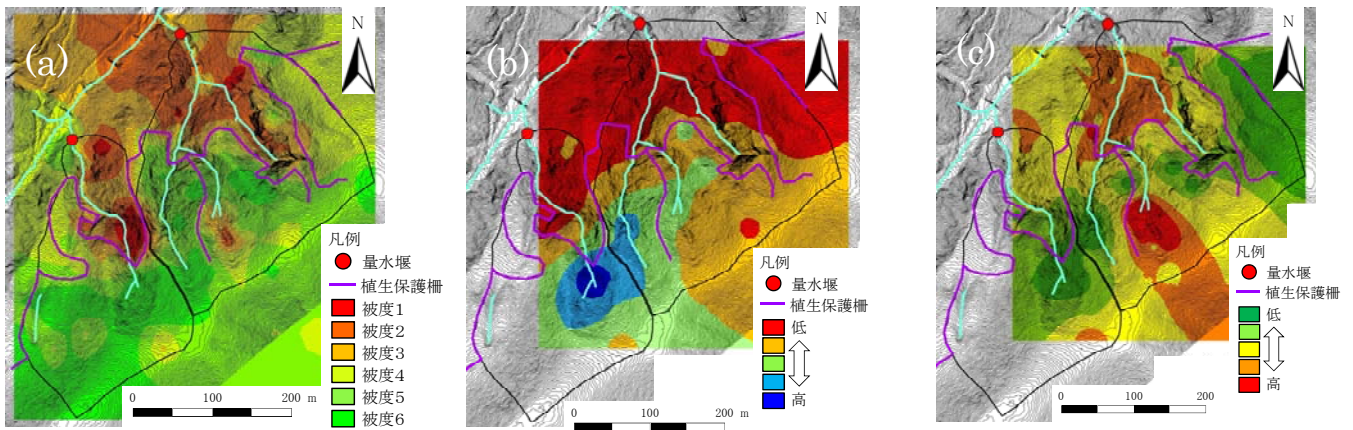


図4 植生被度クラス(a)、樹冠開空度(b)、土柱高(c)の流域内の分布

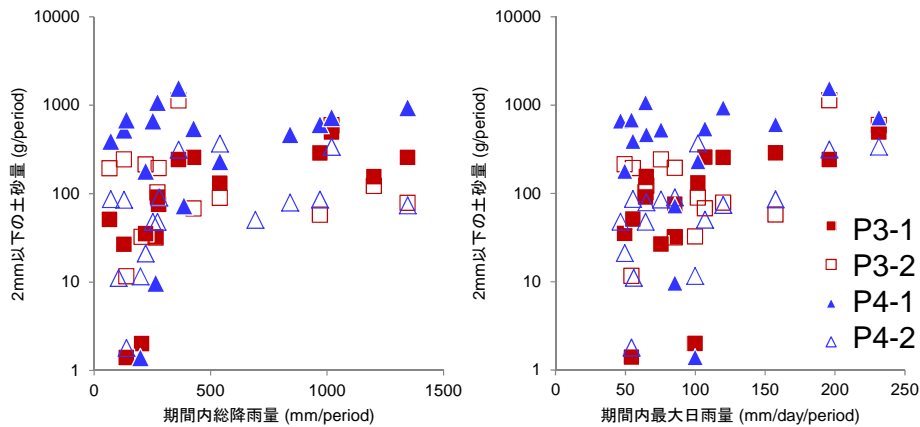


図5 2 mm 以下の粒径の土砂量と期間内最大日雨量 (左) および期間内最大日雨量 (右)

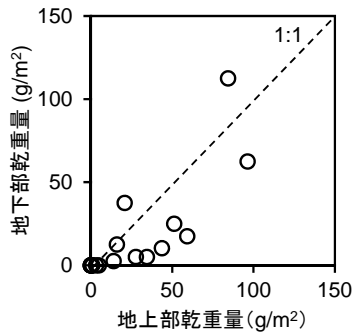


図6 林床植生の地上部と地下部の乾重量

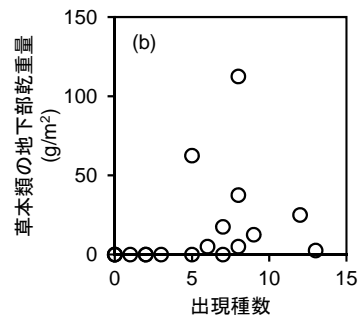


図7 林床植生の出現種数と草本類の地下部乾重量

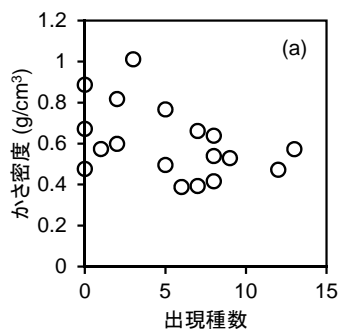


図8 林床植生の出現種数とかさ密度

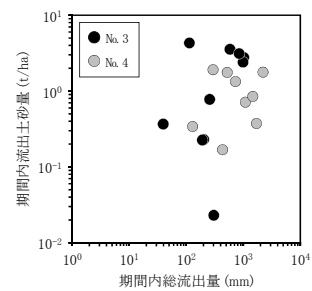


図9 期間内の総流出量と流出土砂量

③No 3、No. 4 流域内の植生調査

流域No 3 と流域No 4 における10m四方のプロット各 8 箇所の調査を行った結果、植生状態、光環境ともに大きな差はなかった。低木層のみ流域No 4 のほうが植被率が少なく、過去の施業の影響が考えられた。

表 1 各調査プロットにおける植生・光環境調査結果

調査地点	標高	斜面方位	傾斜	地形	植生	立木密度 本/ha	高木・亜高木層		低木層		草本層			光環境	
							植被率 %	種数	植被率 %	種数	植被率 %	種数	乾重量	開空度 %	相対照度 %
流域No3	C1	635 N	24	斜面上部	ヒノキ植林	2,400	95	2	0	0	15	47	4.6	11.4	1.9
	C2	630 N	22	斜面上部	ヒノキ・スギ植林	1,700	80	2	10	1	70	52	4.06	11.4	3.8
	C3	580 NW	46	斜面上部	ヒノキ植林	1,100	65	1	80	12	90	64	64.14	8.1	4.2
	C4	590 NE	40	斜面上部	ヒノキ植林	800	80	1	25	2	90	55	25.2	10.0	2.3
	C5	550 NE	43	斜面上部	ヒノキ植林	1,600	70	3	50	9	80	62	17.06	11.5	13.2
	C6	535 E	45	斜面中部	ヒノキ植林	900	80	3	25	2	70	75	11.08	9.1	3.3
	C7	535 E	14	斜面上部	ヒノキ植林	700	80	1	10	7	70	68	7.14	10.3	8.2
	C8	520 N	42	斜面下部	ヒノキ植林	800	70	2	50	5	90	75	51.3	8.2	4.5
流域No4	E1	655 N	16	斜面上部	ヒノキ植林	1,900	90	1	0	0	1	37	0.11	9.9	1.7
	E2	640 N	24	斜面上部	スギ・ヒノキ植林	1,400	80	2	0	0	70	44	7.42	9.9	12.7
	E3	620 N	28	尾根	ヒノキ植林	1,900	90	1	1	1	50	68	10.8	9.9	5.7
	E4	610 NE	37	斜面上部	ヒノキ植林	1,400	80	1	15	2	90	50	14.6	10.5	8.2
	E5	590 N	34	尾根	ヒノキ植林	1,200	80	1	5	1	90	49	11.08	10.2	6.8
	E6	585 E	38	斜面中部	ヒノキ植林	1,500	90	2	10	3	80	51	16.3	9.9	11.5
	E7	545 N	18	斜面中部	ヒノキ植林	1,100	80	2	1	1	20	45	4.46	9.5	2.6
	E8	520 E	38	斜面下部	ヒノキ植林	1,700	80	2	40	1	60	56	14.68	8.3	7.0

④土壌深度調査

今回測定した 217 地点の土壌深度と平成 9 年度に測定した 20 地点の土壌深度の測定結果を踏まえて土壌深度分布図を作成した。

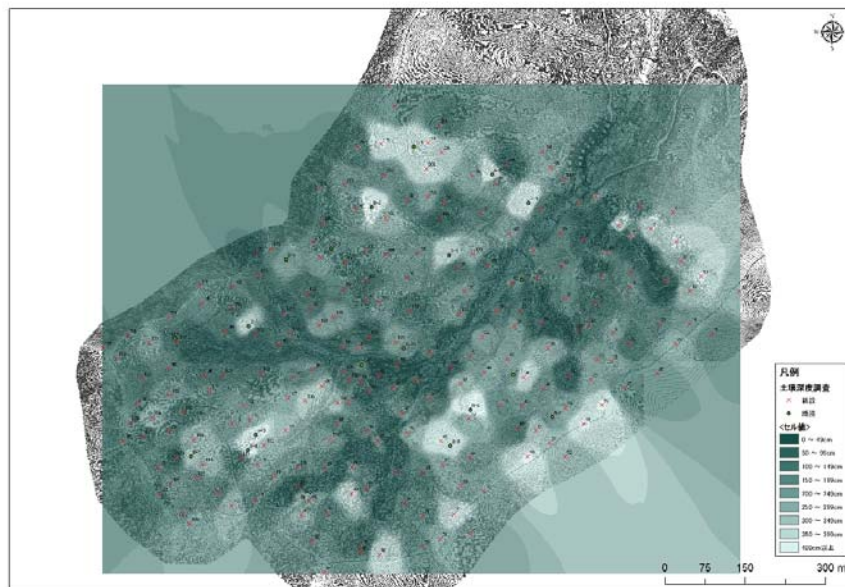


図10 簡易貫入試験による土壌深度測定値の分布図

⑤本流の湧水調査、立木調査

平成22年度に降雨後に行った湧水調査地点（24地点）を対象に、少雨期の調査を行い全24地点のうち21地点で流量を測定することができた。立木調査は、平成9年度に実施した調査プロットの付近に改めて調査プロットを設定した。これらの調査によって、今後検討されている大洞沢の本流奥の森林整備とその効果検証モニタリングについて、具体的に内容を検討する基礎資料を得ることができた。

表2 湧水測定結果一覧

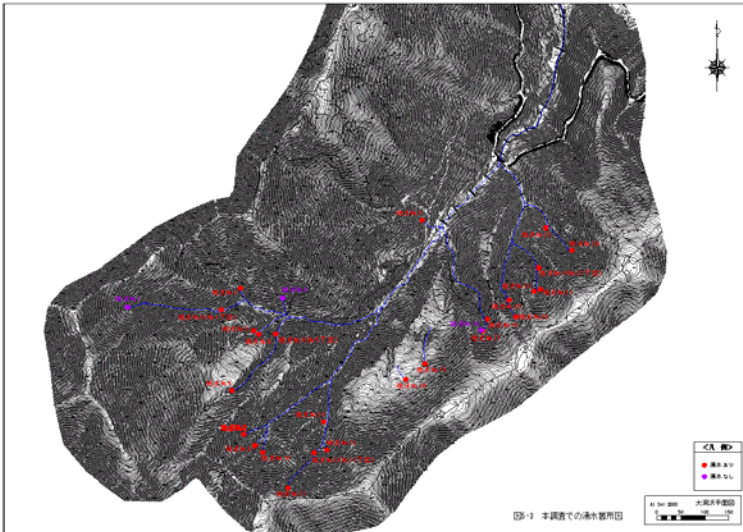


図11 湧水調査地点

地点No.	側壁湧水点	測定結果				現地調査日
		水温 (°C)	電導度 (mS/m)	pH	流量 (ml/s)	
1		—	—	—	—	2013.2.4
2		6.9	3.8	6.9	2.4	2012.12.12
3		10.9	4.3	7.0	300.9	2012.12.12
4		10.8	4.4	6.9	103.7	2012.12.12
5		10.4	3.9	6.9	54.2	2013.2.4
6		—	—	—	—	2012.12.12
7		12.1	4.2	7.0	78.0	2012.12.7
8		9.2	4.0	7.0	7.8	2013.2.4
9		7.0	5.3	7.0	17.6	2013.2.4
10		7.2	5.6	6.9	7.8	2013.2.4
11		5.8	5.1	7.1	30.4	2013.2.20
12		8.0	3.7	7.0	23.0	2013.2.20
13		9.5	4.4	7.1	63.3	2013.2.20
14		9.2	5.3	6.9	8.1	2013.02.22
15		11.0	4.9	7.0	92.1	2013.02.22
16		9.4	3.9	7.0	32.4	2013.02.22
17		7.6	4.4	7.1	0.8	2013.02.22
18		—	—	—	—	2013.02.27
19		1.2	3.4	7.0	0.8	2013.02.25
20		3.2	3.1	6.9	3.4	2013.02.22
21		8.3	4.2	7.0	10.4	2013.02.25
22		7.9	3.4	7.0	4.4	2013.02.25
23		11.0	4.4	6.9	20.3	2013.02.27
24		0.4	2.2	7.0	0.2	2013.02.25
0	地点No.1 下流	11.0	4.3	7.0	122.4	2012.12.12
0	地点No.5 下流	9.7	3.9	7.0	151.2	2012.12.12
0	地点No.11 下流	2.8	4.3	7.0	120.2	2013.2.20
0	地点No.21 下流	5.7	3.0	7.0	3.5	2013.02.25

(8) 課題

- ・今後も基本的なモニタリングを継続するとともに、植生保護柵の設置による植生や土壌、小プロットの水流出・水質など比較的短期に変化すると見込まれる項目の詳細なモニタリングを行う必要がある。
- ・県有林管理の観点から試験流域の本流上流域の森林整備についても検討されているため、現在実施している流域3、流域4における対照流域試験に加えて、次期の森林操作とモニタリング・検証内容について関係者間で調整し具体化していく必要がある。

(9) 成果の発表

Oda, T, Suzuki, M, Egusa, T, Uchiyama, Y. 2012. Effect of bedrock flow on catchment rainfall-runoff characteristics and the water balance in forested catchments in Tanzawa Mountains, Japan. Hydrological Processes, DOI: 10.1002/hyp.9497.

平岡真合乃・五味高志・金岡慎也・王吉格木徳・内山佳美：インターバルカメラを用いた山地斜面における地表面被覆の時空間変動の把握手法の提案．平成24年度砂防学会研究集会，Pb-37，2012. 5. 23-24，高知．

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bc 貝沢モニタリング調査

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

(5) 目的

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

(6) 研究方法

森林整備等による事業効果の検証のため、相模原市緑区与瀬地内（貝沢）において、流域からの水流出、土砂流出や物質循環に関する以下の項目について調査を継続した。本研究は、東京農工大学（以下、①、②）への受託研究により実施した。

また、既存の立木等の調査プロットの土壌深度調査（H20年度未実施箇所）について、日本工営（株）が受託して実施した。（詳細は、各委託報告書参照）

① 水流出特性

気象・水文観測を継続し、降水量、流出量のデータを精査するとともに、水収支、直接流出率、ピーク雨量とピーク流量の関係等の解析を行った。また、水流出特性把握の基礎資料とするために、流域1～3の3つの支流の既存の調査プロットにおいて簡易貫入試験器による表層土層厚の測定を行った。さらに、ハンドオーガを用いて簡易な井戸をつくり圧力式水位計により地下水位を測定した。

② 物質循環機構

平成24年度は、実施流域（流域1）における施業が行われることから、水源涵養機能を重視した施業の効果・影響を把握するため物質循環の観点からの調査を行った。溪流内物質には、溶存物質と粒状物質があるが、施業との関係が比較的多く研究されてきた溶存物質に対して、知見の少ない粒状物質について、林地への有機物供給・移動・溪流への流入・堆積・流下の各過程について定量的に把握した。

③ 土壌深度調査

平成20年度に実施した立木・植生・土壌調査のプロットのうち、土壌深度調査の未実施となっていた下流側の50プロットの土壌深度調査を行った。

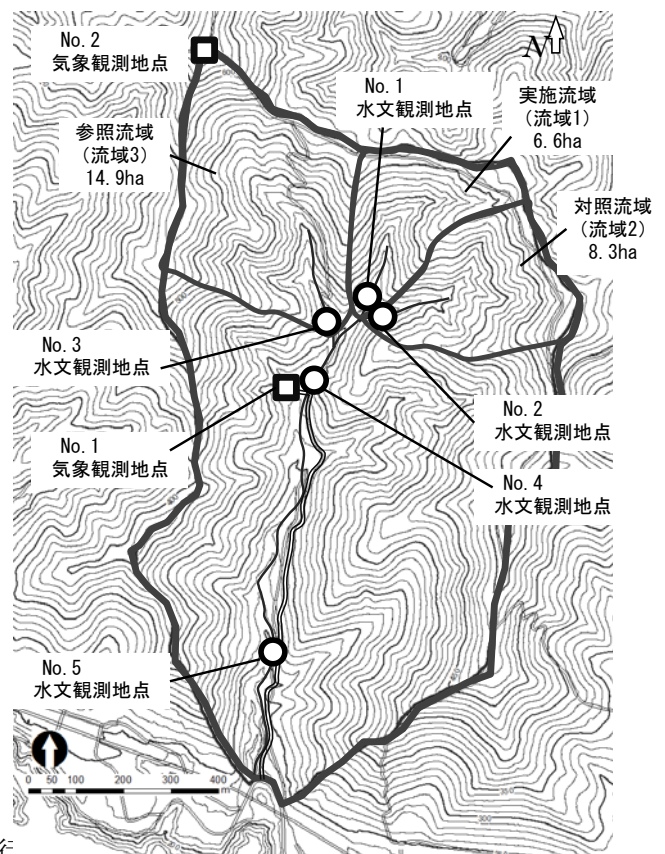


図1 貝沢試験流域

(7) 結果の概要

貝沢では、試験流域内の水流出特性や物質循環特性が概ね明らかになった。

個別調査ごとの主な結果は以下のとおりである。（詳細は受託研究報告書参照）

① 水流出特性

・降水量の精査

平成23年度までの観測で貝沢のN01、N02のいずれの気象観測地点も周囲の立木の影響を受けている可能性が考えられたため、平成24年3月にN02気象観測地点の周囲の立木を伐採し、伐採前後の日降水量をアメダス相模湖と比較した。その結果、日降水量100mm未満では伐採後の日降水量のほうがアメダス相模湖との相関が高くなったが、日降水量100mm以上も含めると伐採前のほうが相関が高くなった。これは、伐採後の観測期間が8か月と短いことと比較的大きな降雨イベントが少なかったことも影響していると考えられた。また、得られた近似式からもN02気象観測地点の降水量はアメダス相模湖よりも20%程度少なく、高標高の立地による風の影響なども考えられた。

・水収支

平成23（2011）年4月～平成24（2012）年11月の月別流出率を算出した。流域1の流出率が他の流域よりも高い傾向があり、N02気象観測地点の月降水量が200mmを超えるような月は、流出率も100%を超える傾向がみられた。特に2011年9月はアメダス相模湖の降水量と比較しても流域1の流出量のほうが大きかった。

・直接流出率

一雨雨量20mm以下では直接流出がほとんど観察されないが、流域1では20mm、流域2～4では30mmを超えると直接流出量が増加していき一雨雨量が50mmを超えるといずれの流域も急増した。直接流出量は、流域内の初期水分条件に大きく影響するため、流域の初期の水分条件を表す指標として降雨直前の初期流量を用いて、直接流出量に与える影響を検討したところ、一雨雨量が50mm以下では初期流量の影響を受けるが、50mmを超えると一雨雨量の大きさに強く影響を受けていた。

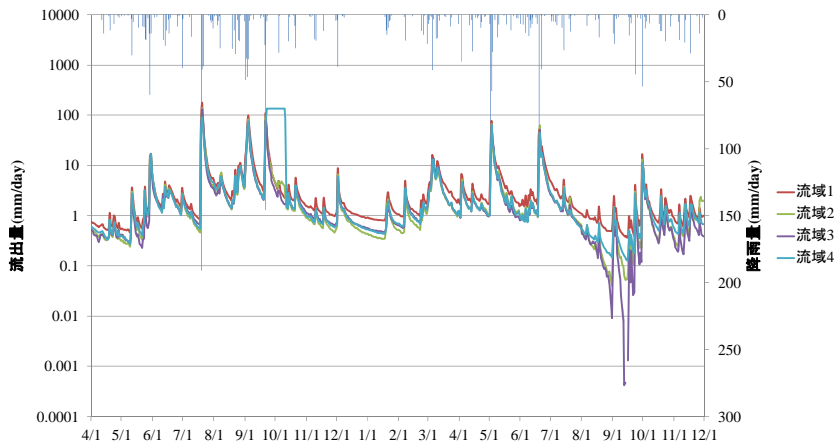


図2 ハイエット・ハイドログラフ（水高）（2011年4月1日から2012年11月30日）

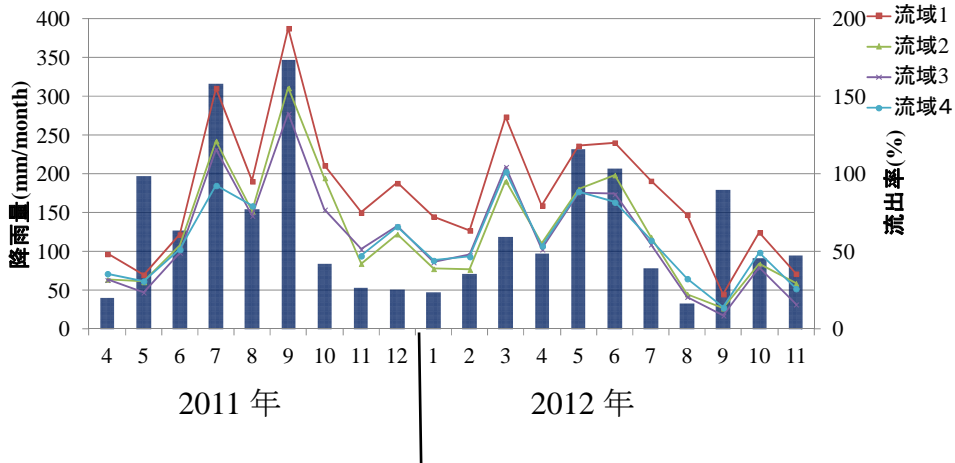


図3 月別降水量と流出量（折れ線が流出量）

表3 各流域の流出量

(オーバーフローの為、流域4では2011年9月18日から2011年10月13日までのデータを除く)

	流域1	流域2	流域3	流域4
総降水量(mm)	2438	2438	2438	2234
全流出量(mm)	2644.6	2029.1	1893.6	1633.3
直接流出(mm)	1180.6	1029.8	997	631.2
基底流出(mm)	1464.0	999.3	896.6	1002.1
全流出割合(%)	44.6	50.8	52.7	38.6
直接流出率(%)	48.4	42.2	40.9	28.3

②物質循環特性

流域1の除伐(10月)、間伐(11月)の前後を通して、樹冠等上方からの有機物供給量、斜面の移動量、溪流の流入量・堆積量・流下量を月1回測定した。12月までのデータを解析したところ、以下の結果となった。

- ・上方、側方からの有機物流入量は間伐によって増加した。特に側方からの有機物供給量は、作業場所と溪流間の距離によって、影響が出るまでの時間に差が出ると考えられた。

- ・溪流の流下有機物量は平水時は間伐の有無や流域間で大きな差がなく、供給量に比べて非常に少ない量であった。

- ・溪流の堆積有機物の量、CPOMのC含有率、C/N、P含有率が、間伐によって増加した。これは間伐によってC、Pを豊富に含む、比較的新しい未分解の有機物が供給されたためと考えられた。一方MPOMでは傾向が見られなかった。これはMPOMの起源が間伐前のCPOMであるため、まだ影響が表れていないと考えられた。

- ・水質については間伐の有無で差がみられなかった。

今後は継続した調査と、出水時における調査が必要である。

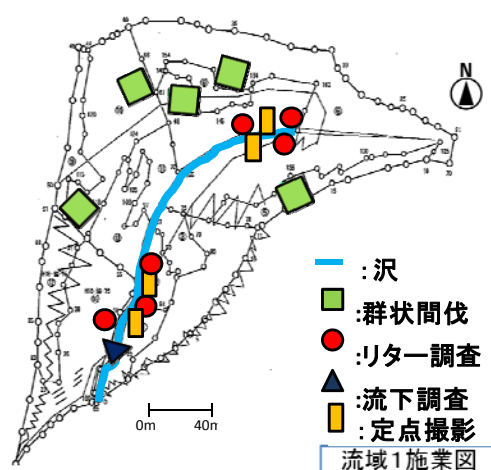


図4 貝沢におけるH24年度施業箇所

- ・間伐(群状)5か所
- ・間伐(定性)
- ※群状間伐箇所以外は定性間伐
- ・素材搬出(簡易架線使用)

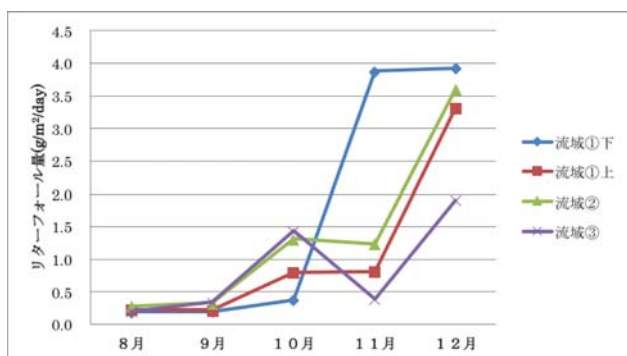


図5 上方からの有機物供給量

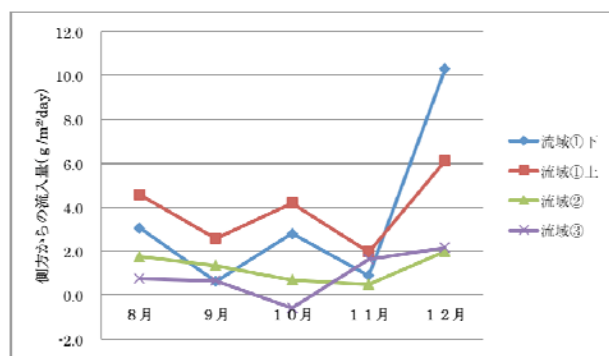


図6 側方からの有機物流入量



写真1 除伐と間伐により明るくなった林内

写真2 溪流沿いでは間伐と除伐を控えた

③ 土壌深度調査

今回測定した土壌深度の結果は、最も土壌の薄い地点で0.3m程度、最も厚い地点で3.5mを超える厚さであった。

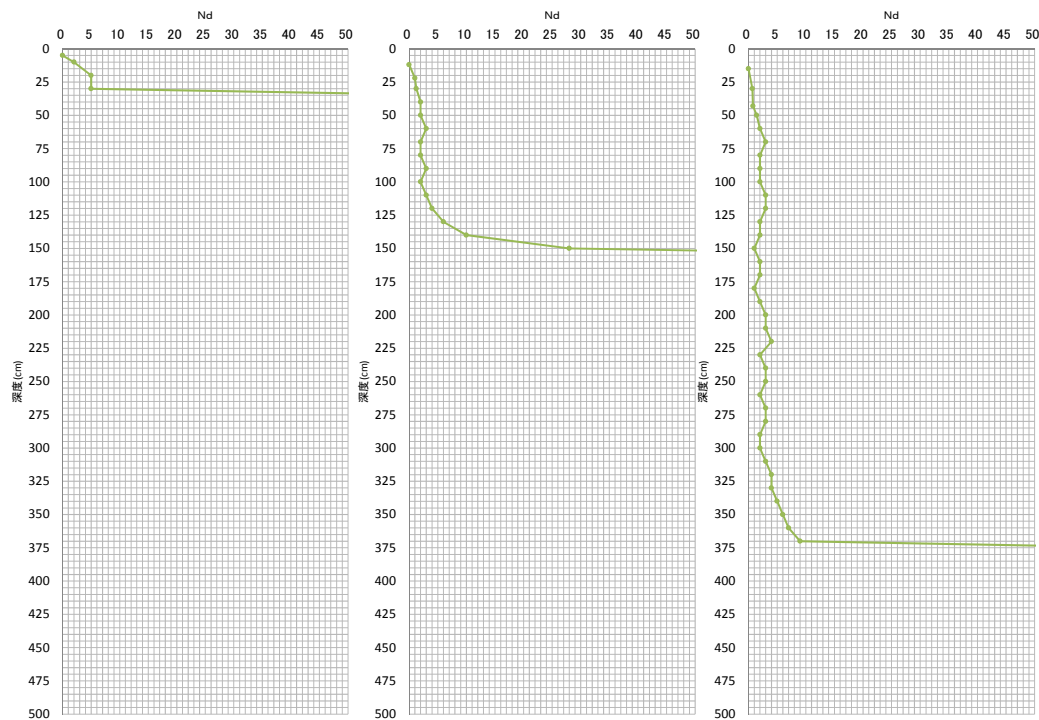


図7 簡易貫入試験器による測定値の例

左:N049 (土壌深度30cm) 中:N076 (土壌深度150cm) 右:N060 (土壌深度375cm)

(8) 課題

- ・平成24年度の流域1における間伐・木材搬出の効果や影響について、引き続きモニタリングとデータ解析を継続する必要がある。
- ・事業の効果検証のためのモニタリングと平行して、水源環境の観点からの流域特性の把握について、土壌深度等の基礎的なデータも踏まえて検討していく必要がある。

(9) 成果の発表

白木克繁・片岡宏介・工藤司(2013)貝沢試験流域における隣接する三流域の降雨流出特性と浮遊土砂動態. 神自環保セ報10. 81-89

辻千智・戸田浩人・崔東寿(2013)神奈川県貝沢試験流域における窒素動態特性, 神自環保セ報10, 91-99

辻千智・戸田浩人・崔東寿・佐々木道子・内山佳美(2011)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

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bd ヌタノ沢モニタリング調査

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・齋藤正彦・三橋正敏

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、対照流域法等の手法を用いてモニタリング調査を行うこととなっている。そのため、森林整備などの操作を行う前に、実験流域と対照流域の自然条件についての類似性や各々の特色について現状での流域特性として把握しておく、森林の操作後に比較できるようにデータを整備する必要がある。そこで、西丹沢のヌタノ沢試験流域において事前のモニタリングを行った。

(6) 研究方法

① 調査地

足柄上郡山北町中川（ヌタノ沢）

② 調査項目

平成22年度に観測システムを整備したヌタノ沢試験流域において、事前モニタリングを継続した。

③ 水文観測における水位－流量算出式の検討・水文観測データの整備

現地の量水堰における流量の実測データを蓄積し、水位と流量の関係式を検討した。さらに、求めた水位流量算出式を用いて、平成23年度以降の自動観測による水文データから流量の時系列データを整備した。現地の量水堰における流量の実測の一部と流量データの整備の一部はサンコーコンサルタントが受託し実施した。

④ 林床植生被覆状況調査

9月及び12月に流域内の植生等被覆分布調査を行った。また、9～12月にかけて月1回既存プロット（全12箇所）内に設けた定点プロット（50m×50m）について月1回写真撮影を行い、画像処理にて植生・リターの被覆率を算出した。併せて、9月と12月には、天空写真を撮影し、樹冠の開空率を算出した。本調査は、ミクニヤ（株）が受託して実施した。

⑤ 流出土砂量測定

台風等の豪雨の影響によって、平成24年度中に3回、A沢の量水堰の土砂の堆積がみられた。土砂の堆積量について、水準測量等によって算出した。

⑥ 付着藻類基礎調査

流域内の6地点において、秋季および冬季に付着藻類植生を調査した。本調査は、（有）エコ・フロント研究所が受託して実施した。

⑦ 土壌深度調査

既存の調査結果に加えて 地点で簡易貫入試験器を用いた土壌深度測定を行い、土壌深度分布図を作成した。本調査は、（株）日本工営が受託して実施した。

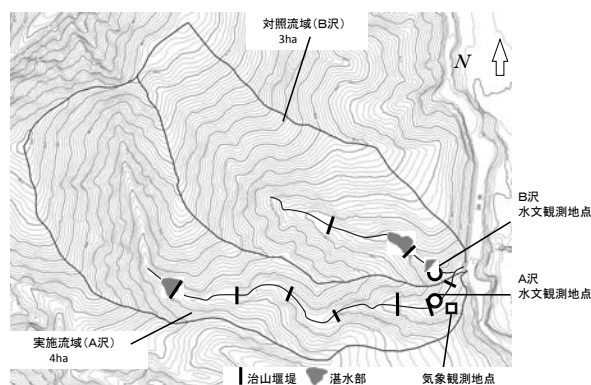


図1 ヌタノ沢試験流域

(7) 結果の概要

① 水位－流量算出式の検討

流量と水位を実測し、その関係（1）式から係数 a を求めた。

$$Q = aH^{2.5} \dots \dots \dots (1)$$

Q：流量（m³/sec）、H：越流水深（m）、a：係数

越流水深：H は、ポイントゲージによる測定値：PG 値 (cm) と実測による越流水深 h (cm) の合計の平均値 (A 沢：40.83cm、B 沢：41.97cm) を基準とし、毎回のポイントゲージによる測定値を減ずることによって求めた。

A 沢および B 沢の流量 Q と越流水深 H の関係 (表 1、2) から換算式を求めた (図 1、2) 求めた換算式を用いて、平成 23 年度以降の自動観測による水位データを流量に換算した。

表 1 A 沢量水堰における測定結果

年月日	時刻	実測値		水位計記録値		検証値		水位計記録値換算用		水位-流量換算式検討用	
		流量 (L/min)	PG値 (cm)	越流水深 h (cm)	水深D (cm)	PG値+h (cm)	PG値+D (cm)	越流水深 h' (cm)	ゼロ水位 D-h' (cm)	越流水深 H (m)	流量Q (m ³ /sec)
H24.07.11	10:52	70.8	35.42	—	29.22	—	64.64	5.41	23.81	0.0541	0.0012
H24.07.17	13:40	238.0	31.55	—	33.08	—	64.63	9.28	23.80	0.0928	0.0040
H24.07.26	11:10	154.0	33.25	—	31.35	—	64.60	7.58	23.77	0.0758	0.0026
H24.08.02	10:44	102.0	34.37	—	30.18	—	64.55	6.46	23.72	0.0646	0.0017
H24.08.06	10:42	87.2	34.85	—	29.72	—	64.57	5.98	23.74	0.0598	0.0015
H24.08.14	13:00	59.6	35.55	5.3	29.12	40.85	64.67	5.28	23.84	0.0528	0.0010
H24.09.03	11:00	37.2	36.66	—	28.04	—	64.70	4.17	23.87	0.0417	0.0006
H24.09.18	10:30	19.3	37.55	3.3	27.14	40.85	64.69	3.28	23.86	0.0328	0.0003
H24.09.24	10:20	22.5	37.28	3.5	27.37	40.78	64.65	3.55	23.82	0.0355	0.0004
H24.10.09	10:30	18.5	37.61	3.2	27.11	40.81	64.72	3.22	23.89	0.0322	0.0003
H24.10.19	10:25	27.9	36.99	3.9	27.75	40.89	64.74	3.84	23.91	0.0384	0.0005
H24.10.29	10:55	17.7	37.72	3.1	27.01	40.82	64.73	3.11	23.90	0.0311	0.0003
平均値						40.83	64.66		23.83		

表 2 B 沢量水堰における測定結果

年月日	時刻	実測値		水位計記録値		検証値		水位計記録値換算用		水位-流量換算式検討用	
		流量 (L/min)	PG値 (cm)	越流水深 h (cm)	水深D (cm)	PG値+h (cm)	PG値+D (cm)	越流水深 h' (cm)	ゼロ水位 D-h' (cm)	越流水深 H (m)	流量Q (m ³ /sec)
H24.07.11	11:05	94.1	35.75	—	29.48	—	65.23	6.22	23.26	0.0622	0.0016
H24.07.26	11:40	139.0	34.84	—	30.37	—	65.21	7.13	23.24	0.0713	0.0023
H24.08.02	11:00	109.0	35.39	—	29.83	—	65.22	6.58	23.25	0.0658	0.0018
H24.08.06	10:46	109.0	35.52	—	29.74	—	65.26	6.45	23.29	0.0645	0.0018
H24.08.14	14:25	83.3	35.90	6.1	29.33	42.00	65.23	6.07	23.26	0.0607	0.0014
H24.09.03	11:10	77.4	36.46	—	28.66	—	65.12	5.51	23.15	0.0551	0.0013
H24.09.18	11:35	58.4	36.81	5.2	28.25	42.01	65.06	5.16	23.09	0.0516	0.0010
H24.09.24	11:20	60.9	36.76	5.2	28.31	41.96	65.07	5.21	23.10	0.0521	0.0010
H24.10.09	11:30	57.5	36.85	5.1	28.31	41.95	65.16	5.12	23.19	0.0512	0.0010
H24.10.19	11:20	74.6	36.31	5.6	28.79	41.91	65.10	5.66	23.13	0.0566	0.0012
H24.10.29	12:15	62.6	36.67	5.3	28.49	41.97	65.16	5.30	23.19	0.0530	0.0010
平均値						41.97	65.17		23.19		

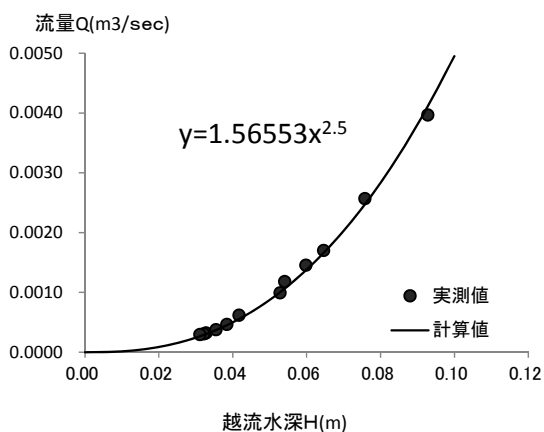


図 2 A 沢量水堰における水位-流量換算式

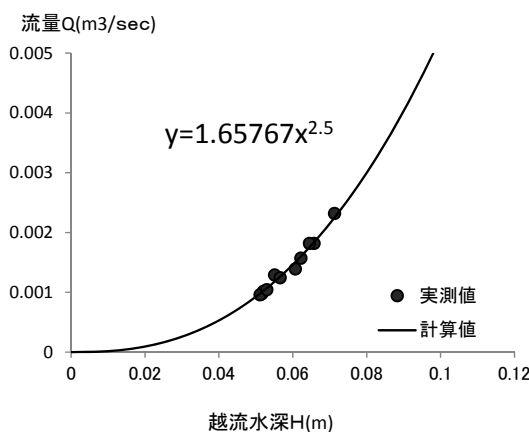


図 3 B 沢量水堰における水位-流量換算式

② 平成 23 年、24 年の日降水量および日流量の推移

自動観測による水位データを流量に換算するとともに、値の精査及び修正を行い時間データ、日データを整備した。

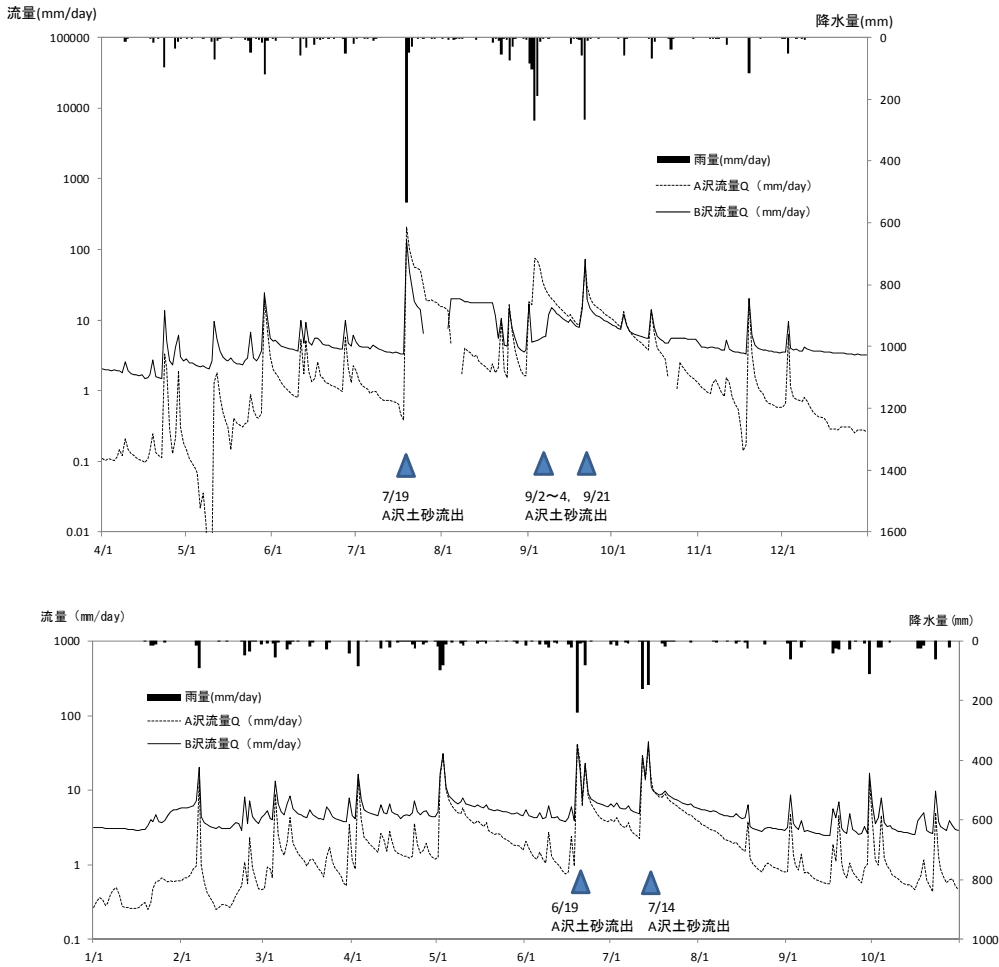


図 4 2011.4～12, 2012.1～12 のハイトグラフ・ハイドログラフ

③ 水収支

算出した流量データを用いて、平成 24 年 1～12 月の水収支、流況を整理した。A 沢と B 沢の基底流量に差があるため、水収支と流況曲線も異なる傾向であった。これは、地下部に浸透した後の水の挙動が異なるためと考えられ、A 沢では量水堰の位置に流出せずに深部または表面地形上の集水域の外に流出する量が比較的多く、B 沢では逆に表面地形上の集水域外から流入している可能性が考えられる。

※流域の水収支

$$R=Q_y+Q_L+E\pm\Delta S$$

R：年降水量(mm/year)

Q_y ：年流出水量(mm/year)

Q_L ：年深部地下水浸透量(mm/year)

E：蒸発散量

S：対象期間の前後における流域の貯留水量差

表 3 2012.1～12 の水収支 (mm)

	降水量	流出水量	損失水量
A 沢 (4 ha)	2692	892	1880
B 沢 (3 ha)	2692	1884	808

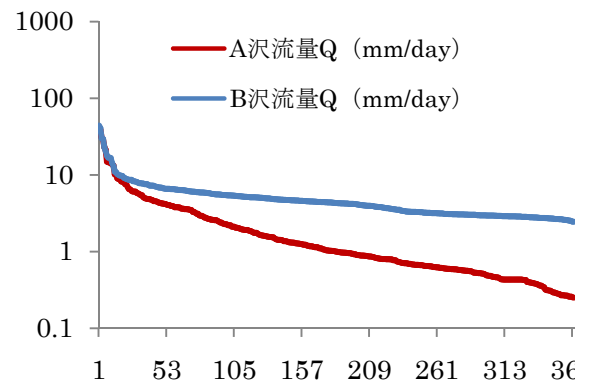


図 5 2012.1～12 の流況曲線

④ 定点プロットの植生被覆の変化

9～12月の林床被覆率の推移を測定したところ、林相別、尾根や斜面等の立地別等による明瞭な差異は認められなかった。また、10月に比較的大きな降雨があったため、10月にリター被覆率が大きく低下したプロットが複数あった。

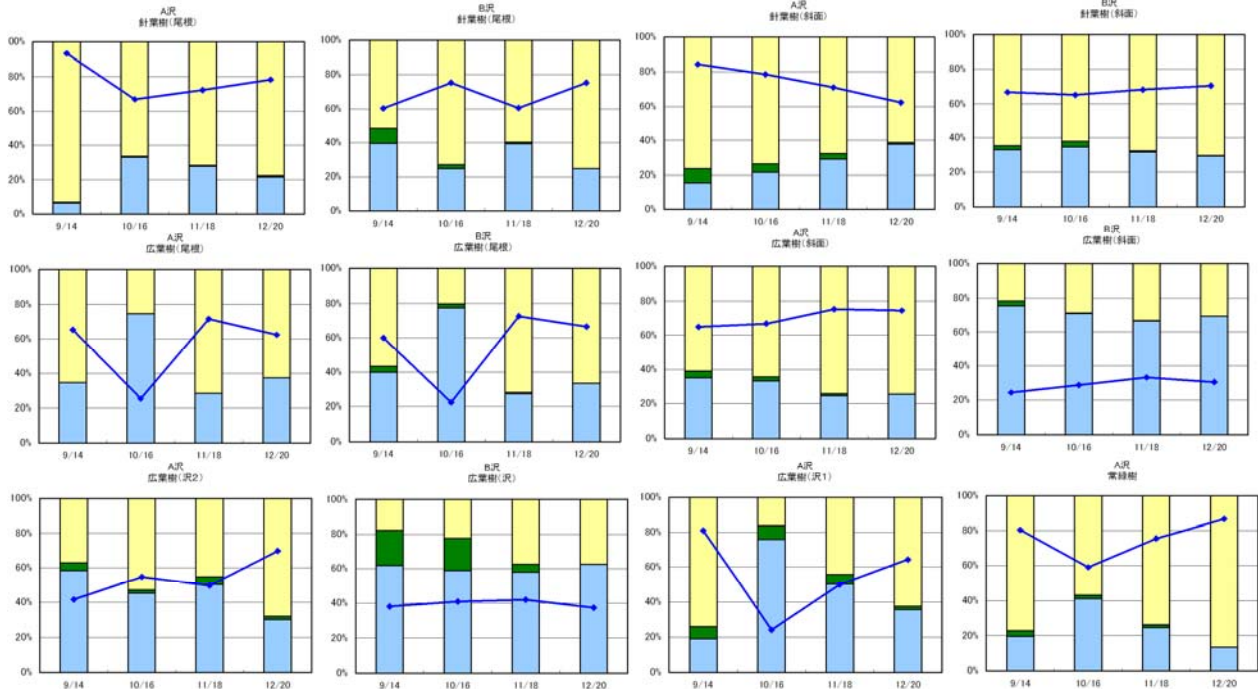


図6 各プロットの月ごとの林床被覆率の推移

⑤ 植生被覆状態調査

9月（着葉期）および12月（落葉期）に植生等の林床被覆分布について、大洞沢と同様の仕様により調査した。9月は沢沿いを中心に裸地が分布し、A沢の上流域に植生もリターも少ない箇所が多く分布した。また、部分的に植生被覆が40%以上の箇所があった。12月は、裸地と植生被覆の高い箇所が減少し、リター被覆の多い箇所が大部分を占めた。

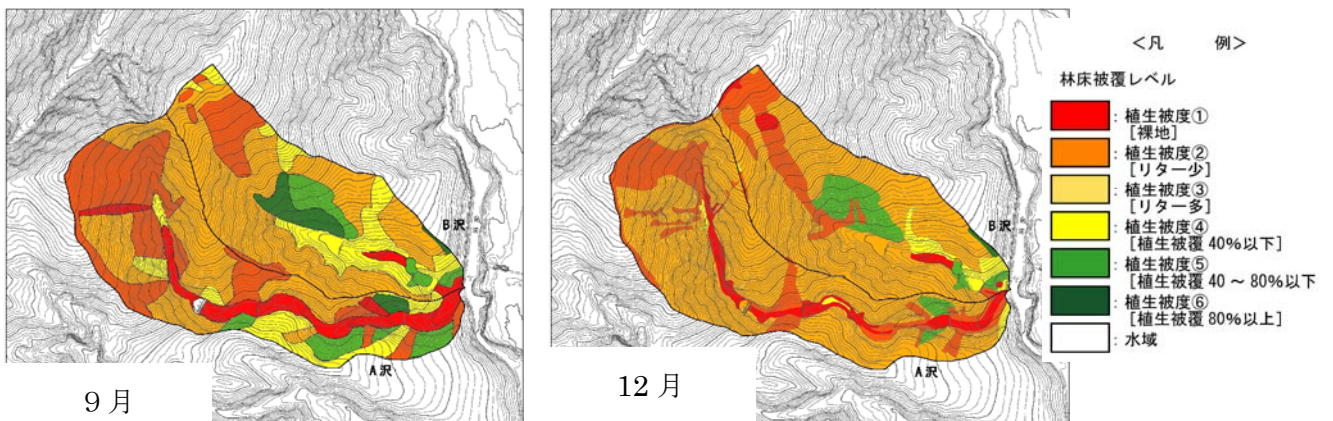


図7 2012年9月と12月の林床被覆分布図

⑥ 土砂流出量

平成24年度はA沢量水堰への土砂流入が3回あった。B沢の量水堰への土砂の流入は無かった。

表4 観測開始後のA 沢量水堰の堆積土砂量

測定日	堆積期間	堆積土砂量 (m ³)	主な降雨と総降水量
2011/7/28	2011.3～7.28	26.9	台風6号 612.0mm(7/19～22)
2011/10/4	2011.8.10～10.4	23.8	台風12号 584.0mm(9/1～7) 台風15号 347.0mm(9/19～23)
2012/6/20	2011.10.25～2012.6.20	26.4	台風4号 249.5mm(6/19)
2012/7/17	2012.6.30～7.17	5.6	豪雨 311.5mm(7/12～14)
2012/10/9	2012.7.29～10.9	0.1	豪雨 111.5mm(9/30)

⑦付着藻類

秋季（平成24年11月16日）、冬季（平成25年2月14日）に付着藻類の基本的な調査を実施した。結果の概要は以下のとおりである。

- ・ 両沢ともに水量が少なく、付着藻類が生息する水域が少ない。特にA 沢は冬季、流域の半分以上で瀬切れしていた。
- ・ 藍藻類4種、紅藻類1種、珪藻類52種、緑藻類3種、合計60種確認された。
- ・ A 沢は秋季25種、冬季37種、合計44種。B 沢は秋季28種、冬季40種、合計47種で、B 沢でやや多い種数が確認された。
- ・ 秋季の付着藻類細胞数は少ないが、冬季は日本国内の平均的な数値が確認された。
- ・ 付着藻類現存量を秋季、冬季と比較すると、調査地点である6地点すべてで秋季より冬季の値が大きくなった。
- ・ 秋季と冬季の各調査地点の純率は、秋季は20～69.2%、冬季は18.2～68.1%で、最小値・最大値・平均値は似かよった結果となった。
- ・ A1を除く他の5地点は優占種数が秋季よりも冬季のほうが多くなった。
- ・ A 沢の無機物量が秋季と冬季で高く鉍物などの堆積が多かった。周辺からの鉍物の流入は冬季よりも秋季に多い傾向が認められた。

出現種は藍藻類4種、紅藻類1種、珪藻類52種、緑藻類3種、計60種確認された。

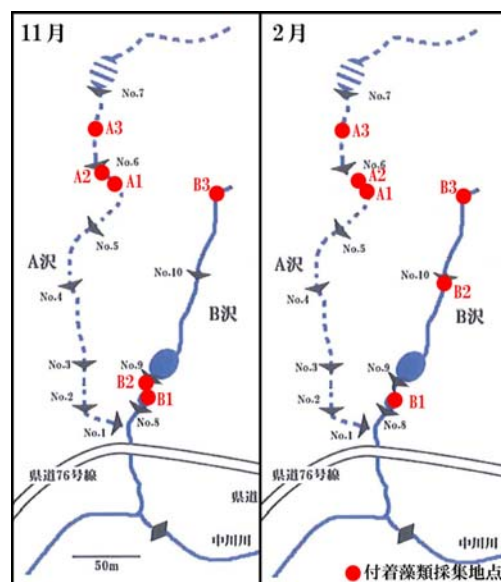


図8 付着藻類調査位置

表5 調査地点ごとの付着藻類現存量

地点	秋季 (2012年11月)	冬季 (2013年2月)
A1	152	68,625
A2	102	253
A3	36	3,479
B1	158	2,086
B2	69	275
B3	58	3,716
平均値	96	13,072

単位：細胞数/mm²

表6 調査地点ごとの第一優占種と純率

調査地点	秋季(2012年11月)		冬季(2013年2月)	
	純率	第1優占種	純率	第1優占種
A1	38.2	<i>Nitzschia linearis</i>	71.5	<i>Achnanthydium minutissimum</i>
A2	49.0	<i>Chamaesiphon minutus</i>	18.2	<i>Encyonema silesiacum</i>
A3	58.3	<i>Achnanthydium minutissimum</i>	61.1	<i>Microthamnion strictissima</i>
B1	37.3	<i>Cocconeis placentula</i>	42.9	<i>Nitzschia dissipata</i>
B2	63.8	<i>Melosira varians</i>	23.6	<i>Planothidium lanceolatum</i>
B3	62.1	<i>Cocconeis placentula</i>	35.6	<i>Achnanthydium minutissimum</i>
平均値	51.5	-	42.2	-

⑧ 土壌深度調査

平成21年度に測定した12地点の土壌深度測定結果と、今回新たに測定した20地点の土壌深度測定結果を用いて土壌深度分布図を作成した。

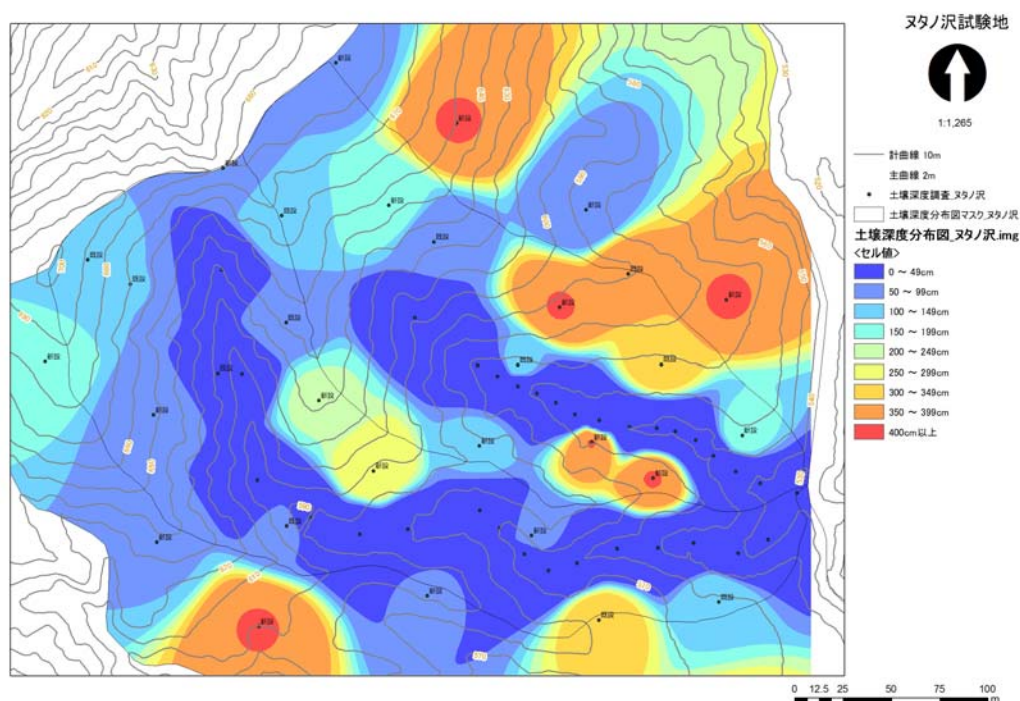


図9 簡易貫入試験機による土壌深度測定値の分布図

(8) 課題

- ・水位流量換算式については、今後も定期的にチェックする必要がある。
- ・平成25年度には実施流域であるA沢流域で植生保護柵を設置する計画となっている。すでに植生保護柵を設置し事後モニタリングを開始している大洞沢の事例を参考にモニタリング・検証をすすめる必要がある。

(9) 成果の発表

横山尚秀・内山佳美・山根正伸(2013)西丹沢ヌタノ沢の水文地質と流出状況, 神自環保セ報10, 101-113

内山佳美・横山尚秀・山根正伸(2013)西丹沢ヌタノ沢試験流域における平成23年度の台風による土砂流出の概況, 神自環保セ報10, 115-122

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Be スタノ沢水循環基礎調査

(2) 研究期間 平成21年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単

(4) 担当者 内山佳美・横山尚秀・相原敬次・三橋正敏・長田幸郎

(5) 目的

モニタリング調査は、試験流域での森林整備・管理の過程で実施される施業の影響・効果を想定し、これらを実際に把握・評価するための基礎資料を得ることを目的としている。平成19年度から平成24年度までの第1期実施計画期間では、施行前の事前モニタリングとして試験流域の流量と流況、地下水水位、水質等を調査し、流域特性の把握に努めている。

スタノ沢では、平成24年度のモニタリング調査として、昨年度に引き続き、流域内での気象観測、沢の流程に沿った流量及び水質調査を行うとともに、量水堰での流出状況を把握するため、流域内のA沢、B沢での量水堰水位の自動観測記録から流量を換算する必要があり、水位－流量算式を求めた。さらに、流域内の地下水量の推移を見るため、観測井戸で地下水の連続観測を開始した。

本報告では、平成24年度に行ったこれらの調査事項について、水質連続観測結果及び河川流量結果の季節変化及び昨年度との比較結果について取りまとめた。なお、水位－流量換算式の設定調査はサンコーコンサルタント(株)に委託して行った。

(6) 研究方法

① 調査地

試験流域スタノ沢は、西丹沢の権現山東麓にあって、流域面積が7haで、酒匂川支流の中川川に注ぐ小流域である(図1)。流域はA沢(4ha)、B沢(3ha)の2流域で構成されている。基盤岩の地質は石英閃緑岩で、河床で観測される基盤岩は風化が進み、節理が発達している。流域の林相は広葉樹(二次林)とスギ・ヒノキの人工林である。A沢とB沢は対照流域として位置づけられているが、流量、流況が異なる特徴がある。なお、流域全般にシカ食害が顕著で、林床植生に乏しく、表層土壌の侵食が進んでいる。

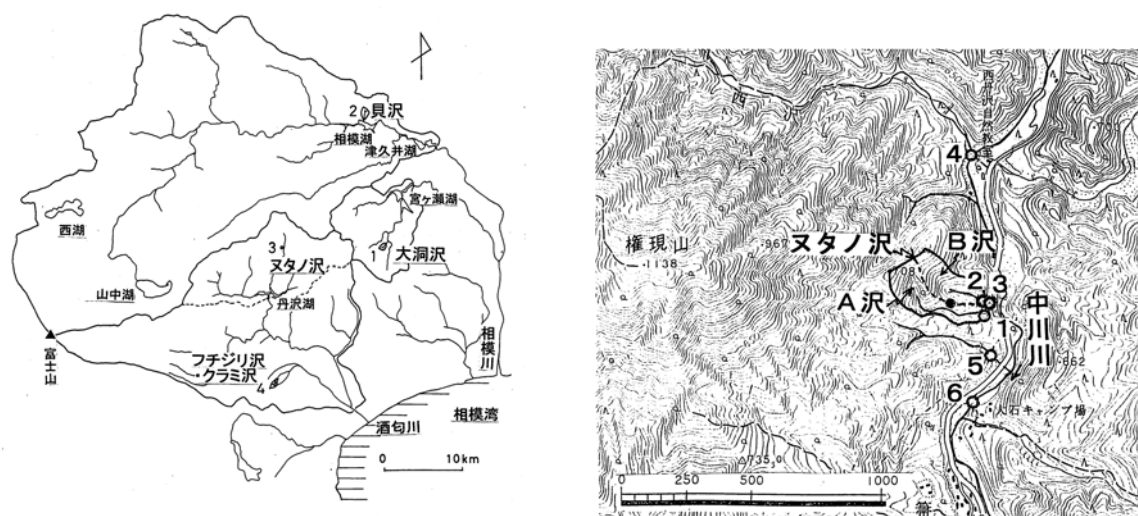


図1 スタノ沢の位置(左図)と調査地点(右図:白丸は採水地、黒丸は観測井)

②調査方法

ア 流量

年間の流出状況と水収支を把握するため、流量モニタリングを行っている。流量調査は、量水堰での流量の連続観測と現地での流量実測を行った。現地流量調査はA沢4ヶ所、B沢4ヶ所（合計8ヶ所）で、おおよそ1回/月の頻度で行い、断面一流速法或は容器法で流量を実測した。併せて、両沢の最下流に設置した量水堰（No.2、No.8）で水位をテレメータ観測し、実測値との相関から水位-流量換算式を求め、年間の流量を換算した。

イ 水質

ヌタノ沢（3ヶ所）及び近傍の河川及び溪流（3ヶ所）とA沢（No.1脇の気象観測地点）の降水（1ヶ所）の7試料を大よそ1回/月の頻度で採取し、継続的に一般水質を観測している。現地で水温、pH及び電気伝導度を測定し、実験室内でイオンクロマト法により陽・陰イオン量を計測した。

ウ 地下水位

観測井戸（外径50mm、深度50m）でおおよそ1回/月の頻度で水面検出器を用いて地下水位を測定した。なお、平成25年3月に自記水位計（圧力センサー式・データロガー記録）を設置し、地下水位の自記観測を開始した。

エ 気象（降水）

A沢の量水堰（No.1）脇に気象観測装置を設置し（転倒杓型雨量計等による）、テレメータ観測を行っている。そのなかで、貯水型雨量計を併設し、降水の採取を兼ねて降水量観測を行っている。

(7) 結果の概要

①流量

ヌタノ沢のA沢及びB沢のそれぞれについて、量水堰の水位をテレメータ観測し、流量実測値と相当する観測値（水位）の関係から実験式を得た。この関係式を用いて観測水位（10分間隔）について流量換算し、その結果を降水量と併せてハイエトグラフに示した（図2）。

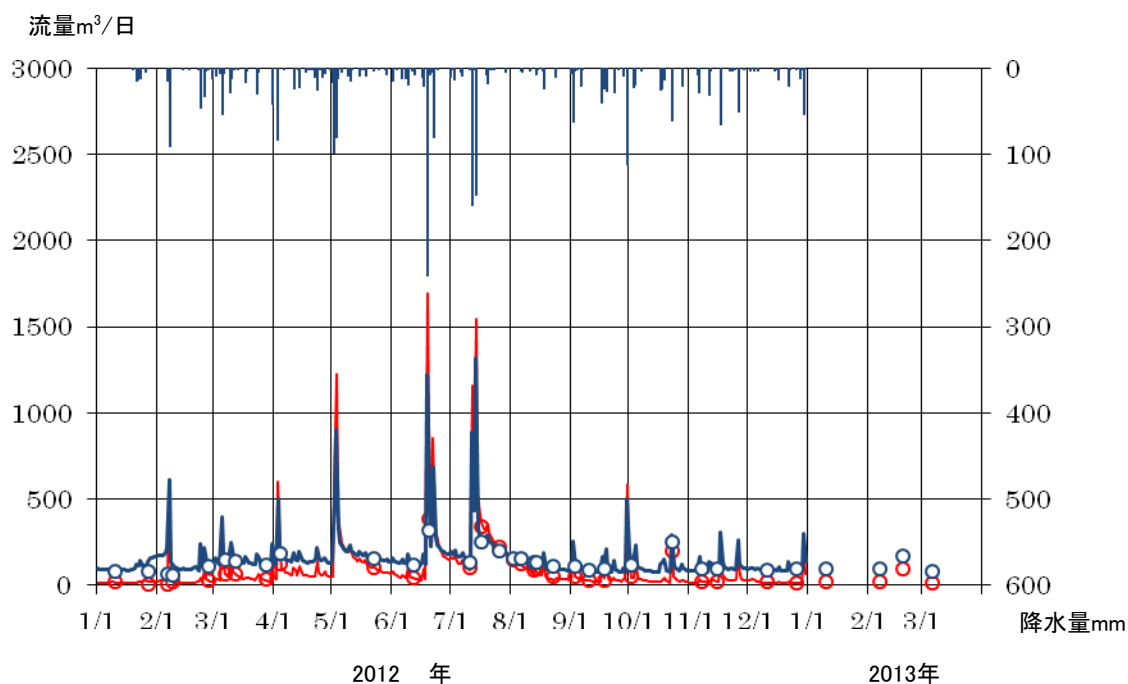


図2 ヌタノ沢の日降水量(mm/日)とA沢、B沢の量水堰における流量観測結果(m^3 /日)

実線は自記観測値（赤：A沢、青：B沢）、丸が実測値（赤：A沢、青：B沢）

とくに、グラフ上でA沢とB沢の流出特性に違いが認められる。無降雨時が続く期間はA沢の流量が少ないが、いったん大雨が降ると、雨後のピーク流量出現時に差はないが、A沢（赤色）がB沢（紺色）より流量が多くなる。そして、雨後の流量低減はA沢の方が急で、再びA沢の方が少なくなる。

年間の量水堰の水位と流量を定期的に実測し、縦軸に流量実測値、横軸に水位測定用ゲージの読み取り値として両者の関係を示すと下図のとおりであった。

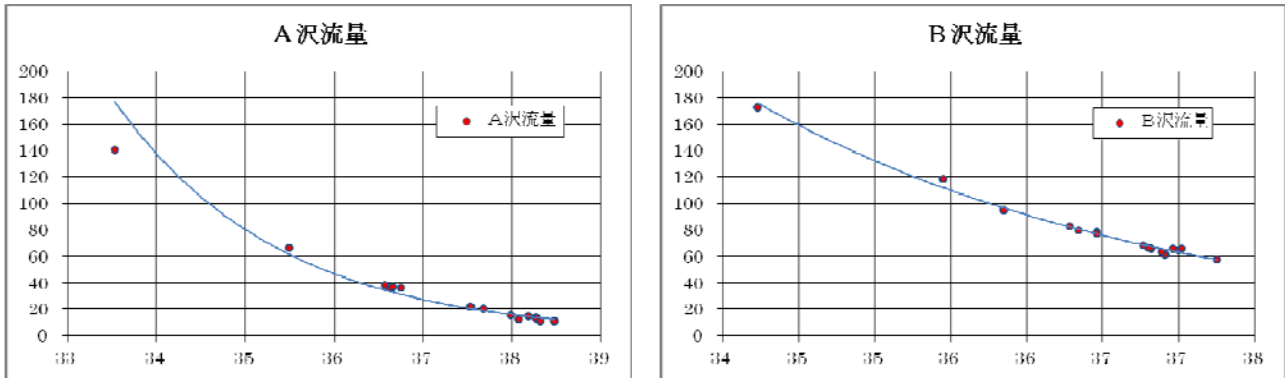


図3 量水堰における水位と流量の関係（縦軸：実測流量ℓ/分、横軸：ゲージ水位cm）

これらの関係から流量換算式を求めたところ、量水堰における越流水深（x：cm）と流量（y：ℓ/秒）の関係式は、

$$A \text{ 沢} : y = 0.0156553x^{2.5} \quad B \text{ 沢} : y = 0.0165767x^{2.5}$$

となった。なお、図2の流量観測結果（実線）は上記換算式を用いて堰水位から換算したものである。

②水質

水質測定地点の内から、A沢、B沢の量水堰の水質（イオン量等）について、年間の調査結果を図4に示した。両沢の水温（WT）が冬季に低く、夏季に高くなる年変化をみると、上昇期の4月～7月に比べ、10月～12月の低下期の変化量が大きくかつ急激であった。溶存イオン量は、両沢ともにCa²⁺、HCO₃⁻が主成分で、各成分の濃度は大よそ同様であるが、B沢の水質が年間を通して安定しているのに比べ、A沢の方の電気伝導度（EC）、Ca²⁺およびSO₄²⁻濃度が高くなっているように、変動が大きい傾向が認められる。なお、大気汚染がらみで関心が払われている溪流のNO₃⁻濃度は、10月を除いて2mg/L以下で、季節変動は確認できなかった。

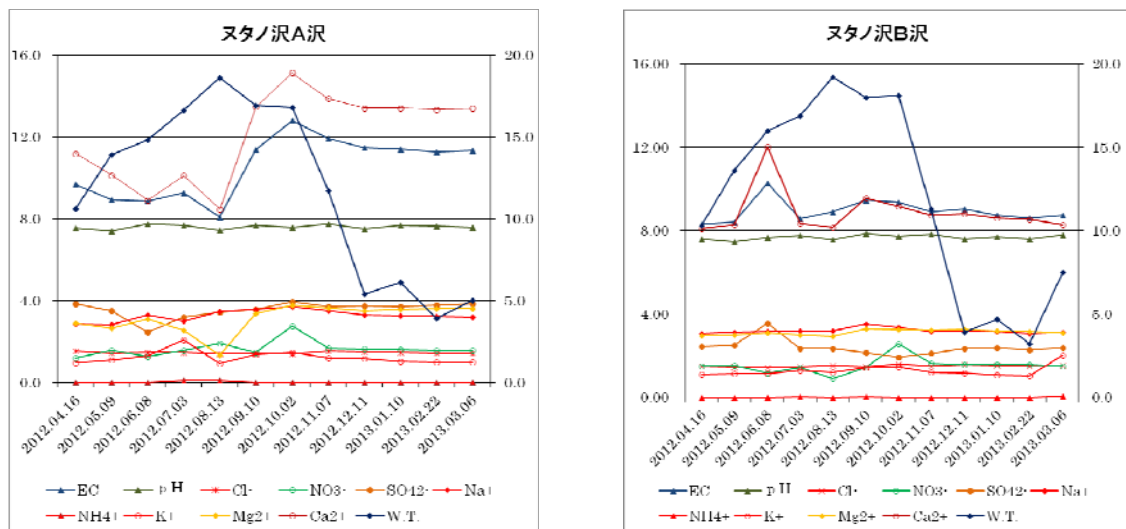


図4 A沢・B沢の量水堰における水質の年間変化

EC（μS・cm）およびイオン成分（mg/ℓ）は左軸、水温（WT・℃）は右軸

③地下水位

地下水位の自動観測に備え、地下水面の深さ（地表面基準、水位m）と年間の変動幅を把握する必要があるため、1年間の地下水位を観測したところ、図5のとおりであった。

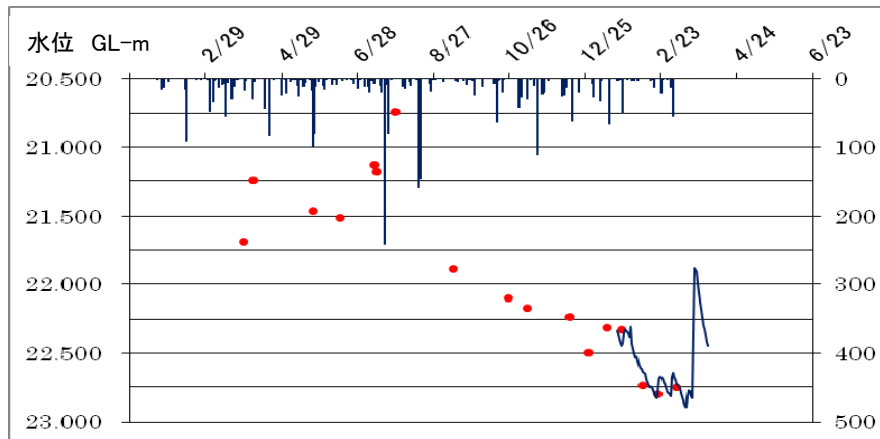


図5 ヌタノ沢の降水量（右軸：mm）と観測井戸の地下水位（●：実測値、実線：自動記録、左軸：m）

平成24年度の地下水位は、平成24年3月以降は7月まで上昇傾向で、この間に1m弱上昇した。そして、7月末に最高値20.74mを記録した後、翌年の2月に最低値を記録するまで低下傾向となった。地下水位の最低値は2月の22.8mであった。年間の地下水位変動量はおおよそ2mで、地下水位変動の1サイクル（水年）は4月～3月あった。水位変化のパターンは月降水量を反映して上昇、あるいは下降傾向となる。地下水位は深いですが、降水と密接な関係が認められる。なお、井戸位置（尾根）の標高はおおよそ587mであるから、水位標高は564.2～566.3mとなり、A沢の河床の標高572mより低く、B沢の河床の標高552mより高い、両谷の谷底標高のほぼ中間の高さであった。

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bf フチヂリ沢モニタリング調査

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀

(5) 目的

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

(6) 研究方法

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

① 水流出調査

水文観測（2地点）のデータ回収を行う（自動データ回収でないため）とともに、気象・水文観測で得られたデータを整備した。併せて、概ね月1回の頻度で平水時の流量観測を計9地点で行うとともに、降雨による流量増加時の流量観測の結果も踏まえて、水位-流量算出式を検討した。

② 土砂流出調査

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

③ 水生生物調査

夏季（9月）、冬季（12月）に底生動物と付着増類の調査を行った。

表1 調査項目一覧

調査	調査項目・内容		調査場所	数量（実施日）
既設の観測装置による気象・水文観測	気象	温湿度、雨量、風速風向、日射	クラミ沢流域最上流端（図 2.1.1 ●）	装置による10分毎の自動観測
	水文	水位、水温、濁度	フチヂリ沢、クラミ沢各1地点（図 2.1.1 ○）	※水文データ回収 平成24年9月～平成25年2月（計7回）
水流出モニタリング	平水時調査	流量、水位、水温	フチヂリ沢5地点、クラミ沢4地点 計9地点 （図 2.1.1 ○●）	平成24年9月～平成25年2月（計7回）
	降水時調査			平成24年9月30日 平成25年2月18日（計2回）
土砂流出モニタリング	土砂崩落地点など土砂発生源の確認 洪水痕跡調査・河床土砂移動状況		フチヂリ沢8地点、クラミ沢7地点 計15地点	平成24年9月21日（出水前） 平成24年10月3日 平成25年1月17日 平成25年2月8日 平成25年2月18日（計5回）
水生生物モニタリング	底生動物		フチヂリ沢5地点、クラミ沢4地点 計9地点 （図 2.1.1 ○●）	夏季：平成24年9月25～27日 冬季：平成24年12月4～6日
	付着藻類			計2回

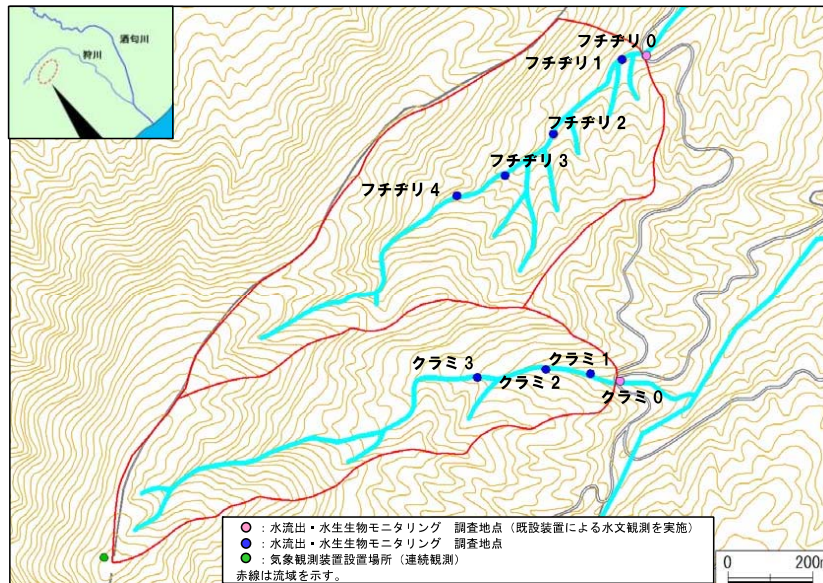


図1 調査地点

(7) 結果の概要

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

① 水流出調査

水位流量換算式(暫定)を算出し、常時観測データを整備した。

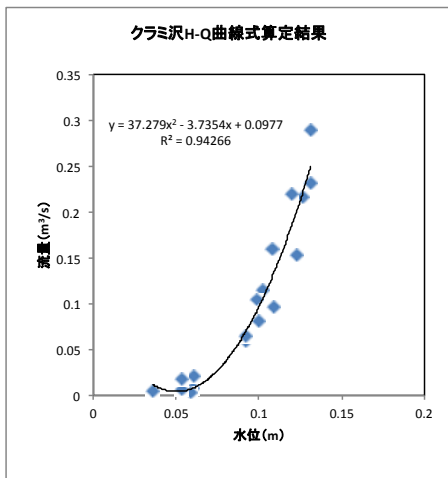
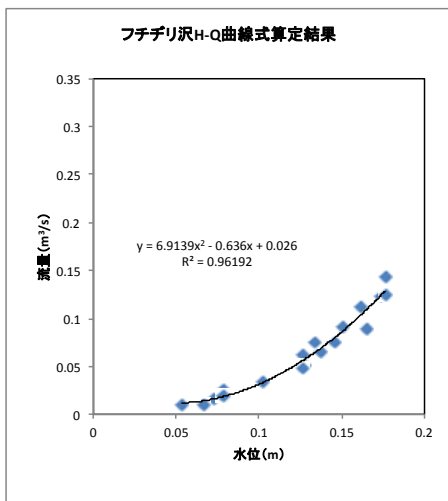


図2 クラミ沢、フチヂリ沢の各水文観測地点(常時)の水位流量換算式

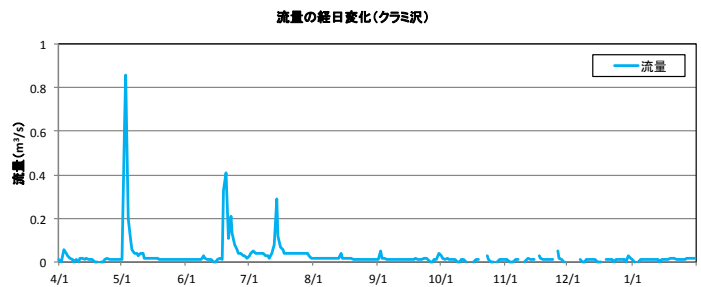
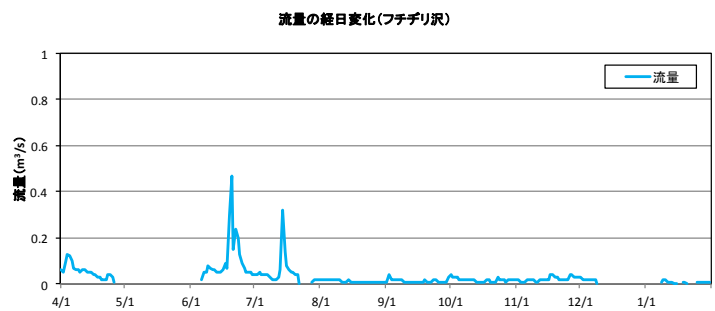
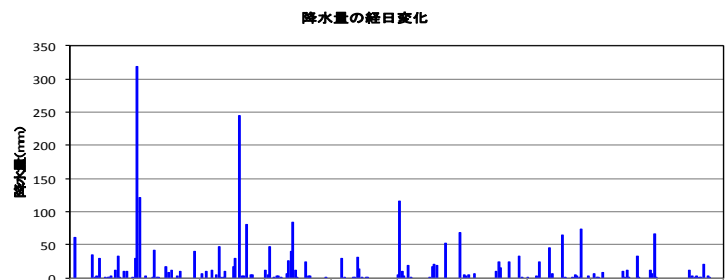


図3 フチヂリ沢、クラミ沢の日降水量、日平均流量の変化(2012.4~2013.1)
※主ロガーによるデータのみ。予備ロガー値含まず

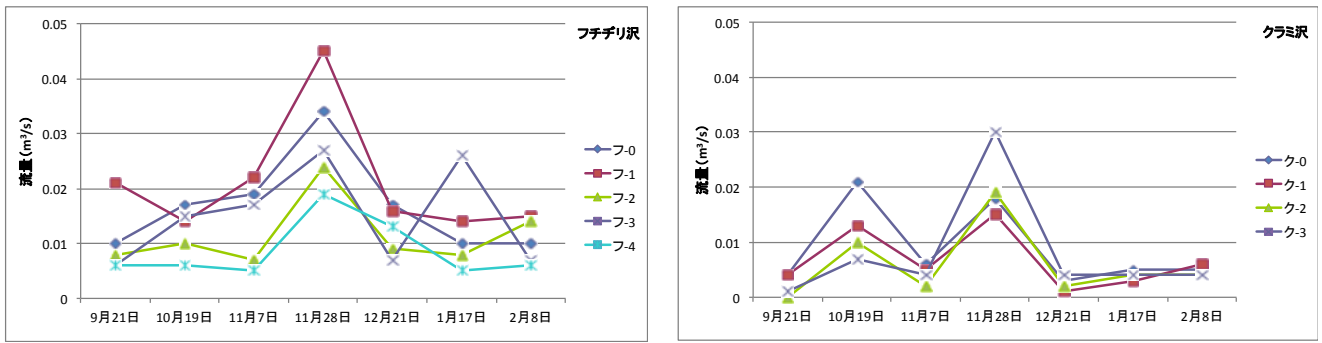


図4 フチヂリ沢、クラミ沢の平水時の流量測定結果（月1回）

常時観測による気象および水文データについては、平成24年4月～平成25年1月まで整備した。整備した期間中の日平均気温は、12.4℃（最高:24.6℃、最低:-4.3℃）、日降水量の最大値は319.0mm（5月2日）、月降水量の最大は、608.5mm（5月）であった。フチヂリ沢の水位の最大値は、0.46m（5月3日3:50）流量は、1.20m³/s、クラミ沢の水位の最大値は、0.28m（5月3日19:40）流量は、1.97m³/sであった。

② 土砂流出量調査

フチヂリ沢、クラミ沢の各調査定点において、出水前後の踏査と写真記録により河床形状の著しい変化や土砂の崩落、洪水時流下物の堆積や河床土砂の移動は確認されなかった。比較的小さな岩でも苔が一面に生えていたことから、台風や寒冷前線の通過に伴う大規模出水でなければ、河川形状は大きくは変化しないと考えられた。

③ 水生生物調査

夏季と冬季の2度の調査であったが、基本的な付着藻類相と底生動物相を把握することができた。

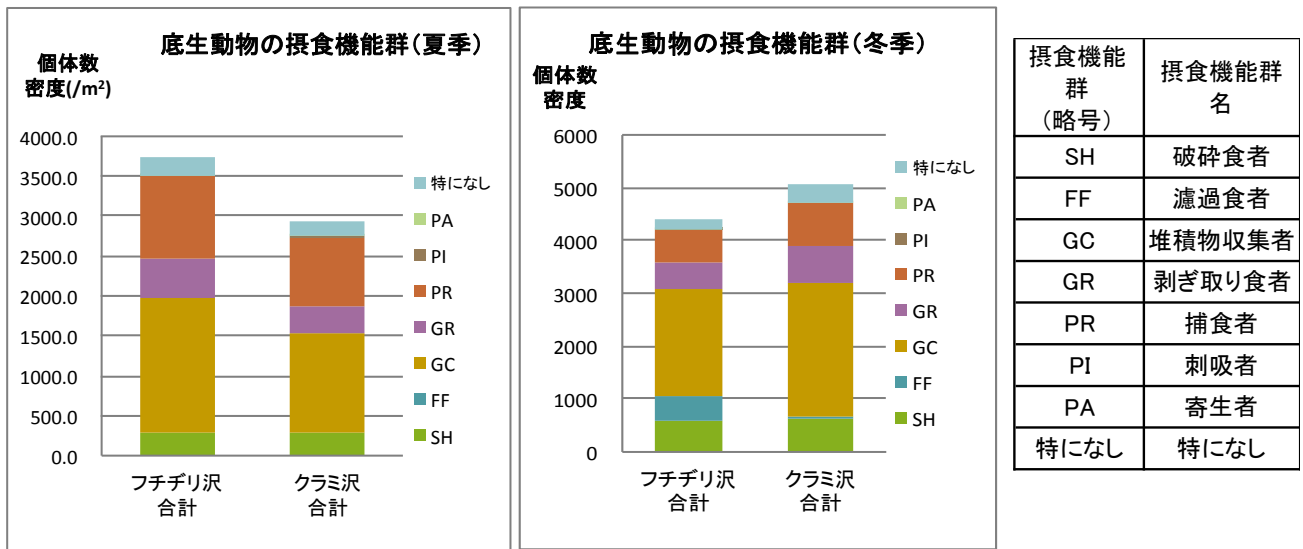


図5 夏季および冬季の摂食機能群別個体数密度

(8) 課題

- ・観測データをさらに精査し、データセットを整備していく必要がある。
- ・基本的なモニタリングを継続し、他の試験流域と比較することによって、当該地区の水源環境の特性を把握していく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bg 各試験流域の相互比較

(2) 研究期間 平成19年度～平成28年度

(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査費）

(4) 担当者 山中慶久・内山佳美・横山尚秀・斎藤正彦

(5) 目的

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

(6) 研究方法

これまでに取得した4か所の試験流域の詳細地形データを元に、GIS作業用の地形データを整備し、地形等の各指標値を算出した。地形データの整備は、(有)GISインスティテュートが受託し、各指標値の算出は、日本工営(株)、アジア航測(株)が受託して実施した。

また、大洞沢、貝沢、ヌタノ沢の3か所の底生動物相の特性をとりまとめ、さらにフチヂリ沢の底生動物、付着藻類の調査結果を踏まえて4か所の試験流域の底生動物相、付着藻類相について解析を行った。3か所のとりまとめは、神奈川ウォーター・ネットワークが受託し、4か所のとりまとめは、いであ(株)が受託して実施した。(詳細は、委託報告書参照。)

① 詳細地形図の作成

航空レーザ計測によるDEMデータを元に、貝沢、ヌタノ沢、フチヂリ沢の各試験流域を含む周辺の詳細地形図として等高線のシェープファイルを作成した。等高線図は、小縮尺時にも地図として識別できるように、画面の縮尺に応じて表示する等高線を段階的に調整した。

大洞沢については、8面に分割されていた既存の地形図データを接合して1面にまとめ、元データ中に混在している等高線、標高点、水系、道路・作業道等構造物等を別のレイヤに分け、地図記号は削除した。

② 地形等の各指標値の算出

4か所の試験流域と試験流域内の各支流について、GISの地形データを用いて流域面積・流域周囲長・最高標高・最低標高・平均標高・起伏量・主流長・起伏量比・流域平均幅・形状係数・エロンゲーション比・谷密度・流域主流勾配・流域平均傾斜・傾斜区分等の各指標値を算出した。

③ 各試験流域の水生物相の比較

これまでの大洞沢、貝沢、ヌタノ沢における底生動物調査結果を精査し、各試験流域の底生動物相の特徴について、とりまとめた。

さらにフチヂリ沢における9月と12月の底生動物、付着藻類調査の結果を踏まえて、4か所の試験流域の水生物相の比較を行った。

(7) 結果の概要

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

① 詳細地形図作成と各指標値の算出

地形等の各指標値の算出によって、4か所の試験流域の特性をまとめていくための基礎データを整備することができた。

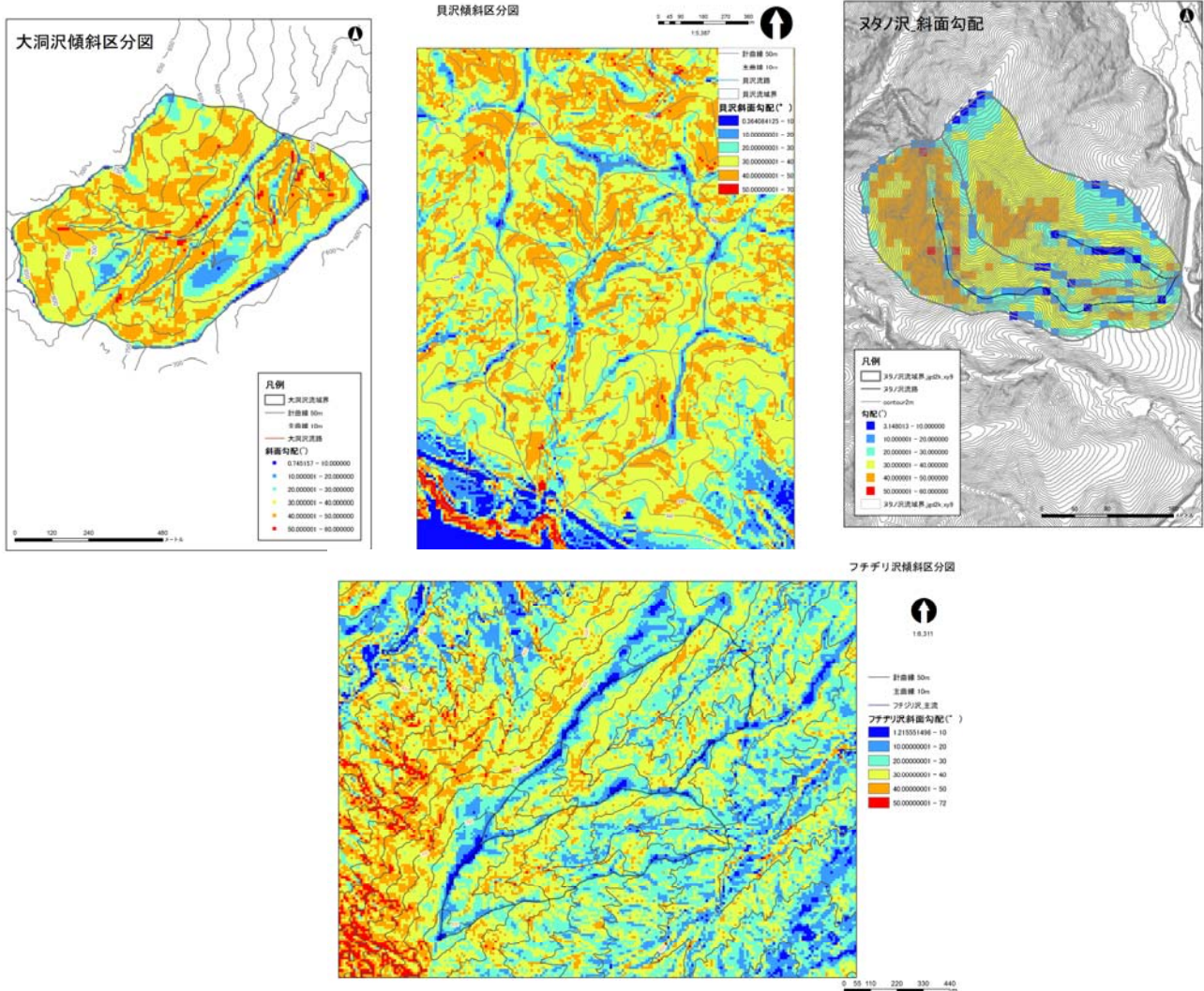


図1 各試験流域の傾斜区分図

②各試験流域の水生生物相の特徴

基本的な解析を行い調査地点ごとの特徴を把握した。試験流域ごとに共通する出現種も多く、堅著な相違はみられなかった。その中でも標高・流域面積といった要因が比較的影響している可能性が考えられた。

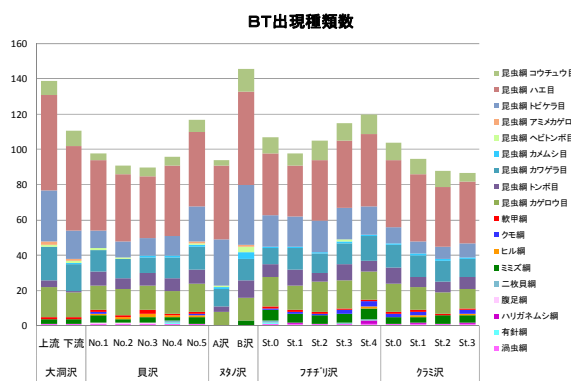


図2 調査地点ごとの底生動物出現種の割合

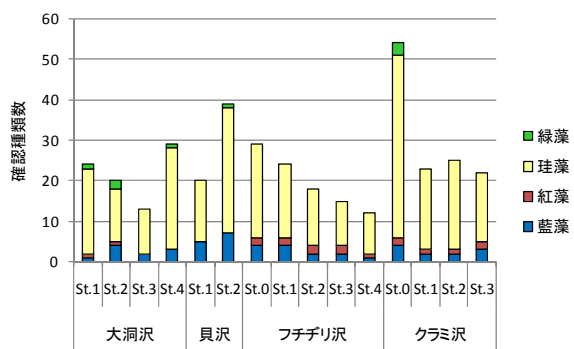


図3 調査地点ごとの付着藻類出現種の割合

(8) 課題

・各試験流域の特性について、今後もモニタリングデータを活用して整理していく必要がある。

(9) 成果の発表

石綿進一・守屋博文・倉西良一・清水高男・小林貞・司村宜祥 (2013) 源流河川の底生動物、神自環保セ報10、163-175

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

B 対照流域法による総合モニタリング

Bh 水循環モデル

(2) 研究期間 平成19～28年度

(3) 予算区分 県 単

(4) 担当者 内山佳美・横山尚秀・斎藤正彦

(5) 目的

「第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画」にかかる森林環境調査の一環として、平成23年度までに開発した水循環モデル（広域モデル3地域、試験流域モデル4か所^{*}）を用いて、新たに得られた現地モニタリングデータによるモデルの検証を行うとともに、水源環境保全・再生施策におけるダム上流等の広域の施策効果の検証を行う。特に、宮ヶ瀬湖上流域モデル（図1）を先行させて施策効果予測の試算を行い、今後の3地域の広域モデルによる総合解析手法について検討する。

注）^{*}広域モデル：宮ヶ瀬上流域モデル、相模川流域モデル、酒匂川流域モデル

試験流域モデル：大洞沢モデル、貝沢モデル、ヌタノ沢モデル、フチヂリ沢モデル

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

表1 第2期5か年計画スケジュール

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

(6) 研究方法・結果

①試験流域モデルの検証

大洞沢の試験流域を対象に降水遮断モデルを用いて降水から林内雨、遮断雨の分配割合(8:2)を推定し、この割合が大洞沢で観測された割合と一致していることを確認した。昨年までは、降水から林内雨、遮断雨の分配割合を9:1としていたが、今年度は4つの試験流域について降水から林内雨、遮断雨の分配割合を8:2とした。

大洞沢(2カ所)、貝沢(1カ所)、ヌタノ沢(1カ所)で実施した地質ボーリング調査による現場透水試験から透水係数を求めた。これらの透水係数は、これまで水循環モデルで採用されてきた透水係数とほぼ同程度の値であった。

最新(2011年)の降水量や河川流量のデータを追加してデータ更新を行い、流出量に合わせた水理パラメータによる降水量、流出量のハイドログラフを作成した。林内雨、遮断雨の分配割合の変更や水理パラメータの調整により、モデルの流出量の再現性は向上した。

②宮ヶ瀬湖上流域モデルの検証

大洞沢や堂平の水収支の解析などから不均質な透水性が認められている。そのため、不均質な透水性の原因とされる地すべりや崩壊土の分布を宮ヶ瀬湖上流域について調べた（図2）。地すべりについては、防災科学研究所の地すべり地形分布図を参照し、1km²以上の地すべりエリアでは崩土層の層厚を50mと設定した。崩壊土については、神奈川県自然災害履歴図の丹沢関東大震災による崩壊土分布図を参照し、崩壊土層厚を2mと設定した。崩土や崩壊土を考慮した宮ヶ瀬湖上流域モデルの水理パラメータを設定した。

大洞沢や堂平の試験流域で適用された水理パラメータを宮ヶ瀬湖上流域モデルの水理パラメータへ適用（アップスケール）する場合の適正な手法を検討した。今回は、流量に合うような水理パラメータを設定した結果、大洞沢や中津川では試験流域モデルの結果も広域モデルの結果も同様な流量を得たが（図3）、堂平では試験流域モデルと広域モデルの結果は異なった。最新のデータを用いて早戸川と中津川の降水量、流出量のハイトグラムを図4に示す。降水量に応答して流量が増加しており、モデルの再現性は良好である。

宮ヶ瀬湖上流域内に流れる早戸川と中津川について、それぞれの流域について地上水（河川）と地下水の水収支を求めた（図5）。早戸川や中津川とも、降水は最終的には地上水や地下水として領域外へ出るが、降水の一部は地下水として地下へ移動し、一部は地下より湧水として地上へ移動している。地下水としての貯留量はマイナス（領域外へ流出）になっている。

更新した土砂生産モデルを用いて宮ヶ瀬ダムの堆砂量は、年間4万m³と推定された。一方、宮ヶ瀬ダム定期報告書（国土交通省関東地方整備局）での年平均堆砂量は、年間20万m³と報告されている。この相違から、モデルで考慮していない山地斜面の粘着性や雨滴衝撃による土砂生産が無視しえないことが示唆された。

③事業効果予測の試算

宮ヶ瀬上流域を対象とした事業（施業）効果予測の計算を実施した。宮ヶ瀬上流域は、シカの食害が多い地域であるため、シカ柵による林床の変化を水理パラメータのうち地表層（粗度係数、林床貯留率、林床貯留容量）と表土層（絶対浸透率、有効間隙率）により表現した。計算条件として、現状（現況ケース）に対して、シカの食害に対して最も森林が適正に管理された状態（ベストケース）と適正に管理されない状態（ワーストケース）との比較を行った。事業（施業）効果予測の結果を表2 にまとめる（図6、図7）。

表2 事業（施業）効果予測の結果

	ベストケースと現状ケースとの差	ワーストケースと現状ケースとの差
河川流況（流量）	ピーク流量が低下し、基底流量が増加する傾向	ピーク流量が上昇し、基底流量が減少する傾向
地表水水深	有意な差異はみられない	
年間流出量（地表水流量）	年間流出量の減少	年間流出量の増加
地下水位	上昇	低下
土壌水分量	大きな変化なし	低下傾向
地下かん養量	年間かん養量の増加	年間かん養量の減少

④水循環モデル解析システムの更新・保守

これまで自然環境保全センター内で利用してきた計算機のOSをWindowsからLinux（CentOS）へ変更した。これは、Linuxの方がWindowsに比べメモリの制限がなく格子点の多い計算が行える利点があるためである。今年度は、水理パラメータなどの更新された試験流域モデルや宮ヶ瀬湖上流域モデルを移植し、動作確認を行った。また、計算結果を解析するため、図化専用ソフトをインストールし、試験流域における地下水の流跡線図などを作成した。

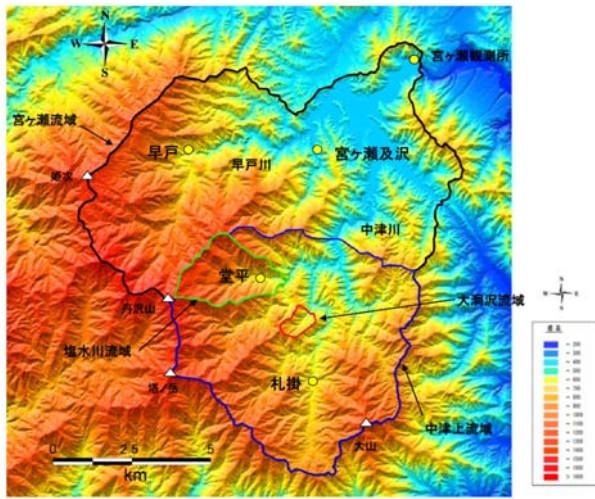


図1 宮ヶ瀬湖上流域モデルの計算領域と大洞沢と堂平の試験流域

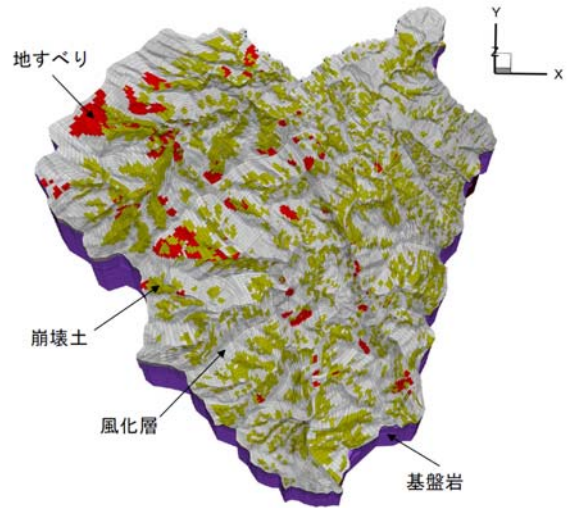


図2 宮ヶ瀬湖上流域モデルの計算領域における崩壊土層、崩壊土の分布

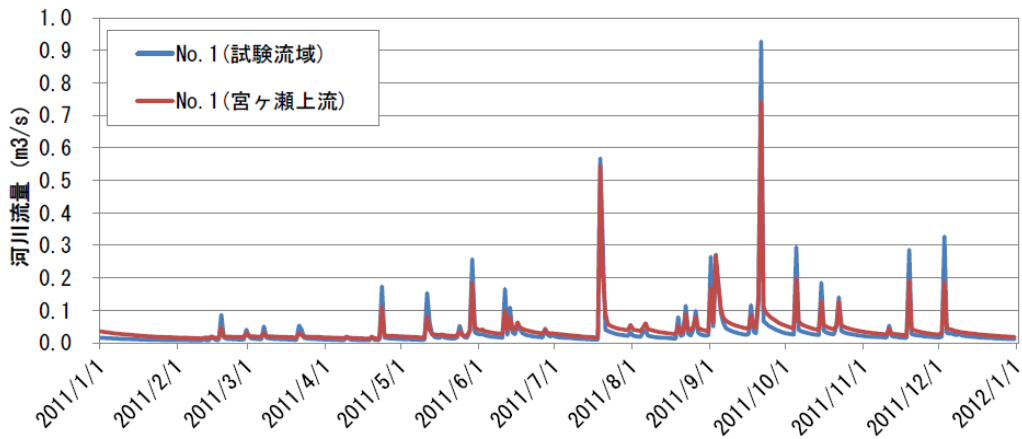


図3 試験流域モデルと宮ヶ瀬上流域モデルの流量変化の比較(大洞沢No.1 地点)

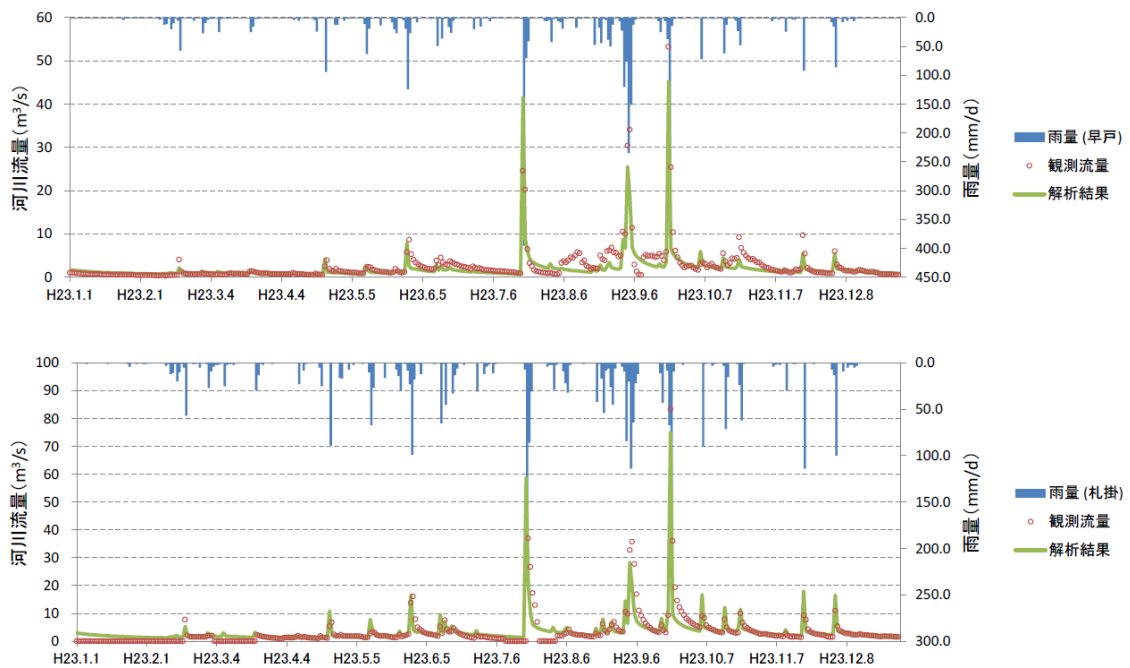


図4 観測流量と解析流量の比較(2011年, 上図:早戸川, 下図:中津川)

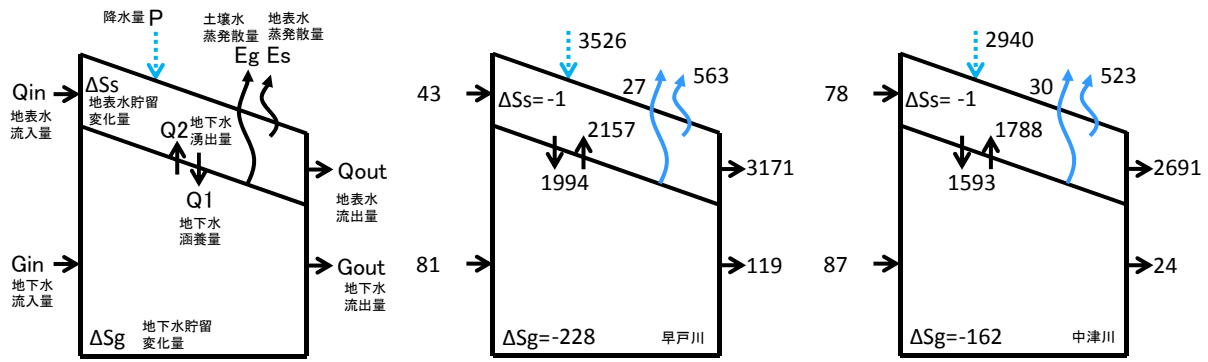
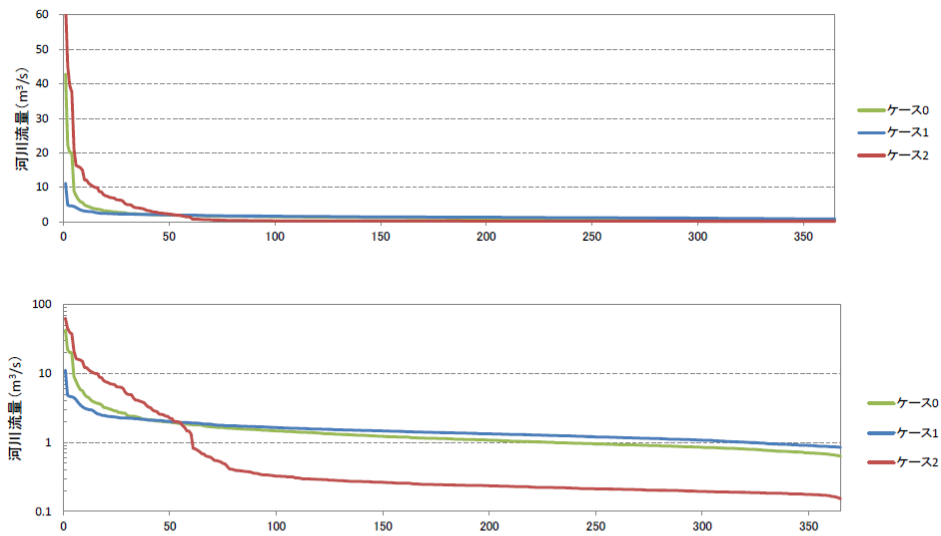


図5 水収支の概略図(左:凡例、中央:早戸川流域、右:中津川流域) (単位:mm/年)



ケース0	ケース1	ケース2
現況再現ケース	シカの食害に対して最も森林が適正に管理された状態 (ベストケース)	シカの食害に対して最も森林が不適正に管理された状態 (ワーストケース)

図6 各ケースの流況曲線の比較(早戸川, 上段:線形軸, 下段:対数軸)

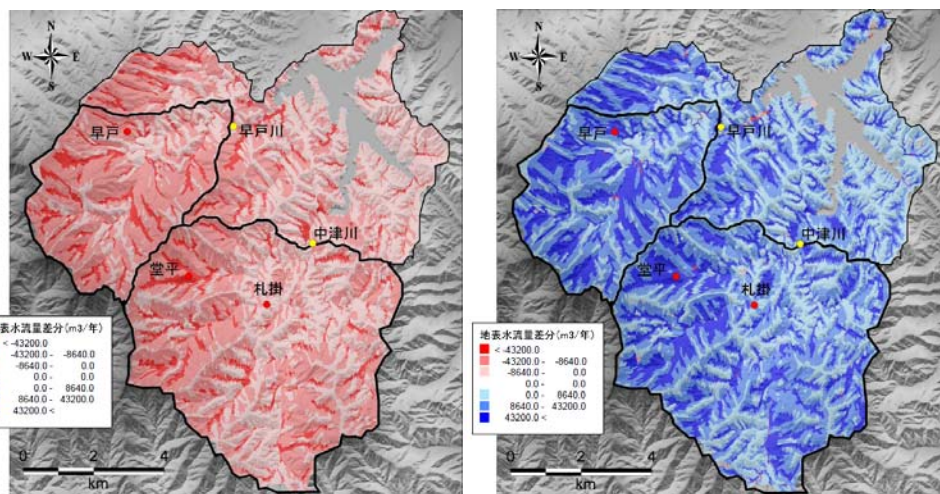


図7 シナリオ解析結果:ケース間の年流出量の(地表水)比較 (2006年の年間累積)
左図:ベストケースと現状ケースの差分 右図:ワーストケースと現状ケースの差分

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

C スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化

Ca 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 遺伝解析による父親家系の無花粉スギ検定

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、マイクロサテライトによる遺伝マーカーによる分析により無花粉遺伝子のヘテロ性の確認の準備を行う。

③ 人工交配との比較による閉鎖系採種園の評価

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

(7) 結果の概要

① 苗木生産者における無花粉スギ検定

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

② 遺伝解析による父親家系の無花粉スギ検定

父親に用いている神奈川県産花粉の少ないスギと富山県産雄性不稔スギを交配した不稔ヘテロ苗のヘテロ性を明らかにするため、閉鎖系採種園で用いられている父親家系の遺伝マーカーを用い、発現した不稔の割合に懸念のあった4交配家系を分析したところ、いずれも母親の誤りはなく不稔ヘテロであることは確認された。しかし父親の花粉親の誤りと見られる家系が3家系であり、これ

らは不稔の発現率には影響しないが、父親の利用を再検討する必要がある。全容解明のため、すべての父親家系の、遺伝分析を実施する必要がある。(表)。

③人工交配との比較による閉鎖系採種園の評価

閉鎖系採種園の施設上の問題を探るため施設内外で交配袋を設置し人工交配を行った。また閉鎖系施設内の花粉飛散量の調査を行ったところ、近接スギ林の花粉飛散量は8,102個/cm²だが閉鎖系温室内は823個/cm²にとどまり約1/10にとどまっている(図)。また花粉飛散のずれが認められず、野外の方が飛散のピークが早くなった。しかし開花調査では、前年観察された雄花のカビは観察されず、良好な結実が見られたことから、施設の早期の窓の開放等の運用で改善できる可能性を示唆した。

(8) 課題

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

(9) 成果の発表

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

齋藤央嗣 (2012) 雄性不稔スギ閉鎖系採種園における父親クローンの雄性不稔検定, 第1回森林遺伝育種学会(ポスター発表)

表 雄性不稔のヘテロ性が疑われたDNA解析による父親家系の解析結果

交配家系		分析数	正常交配	母親誤り	花粉親誤り	不明	備考
母親	花粉親						
308	足柄下1	24	1	0	23		花粉親誤りは三保2
308	津久井2	22	22	0	0		
308	片浦1	21	2	0	18	1	花粉親誤りは片浦1
257	足柄下1	22	0	0	22		花粉親誤りは三保2

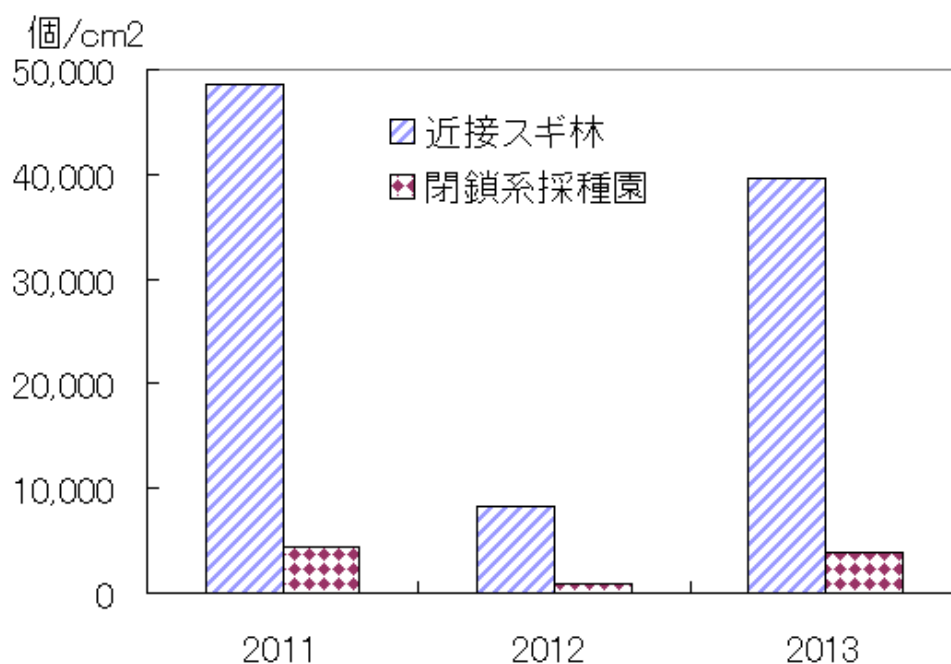


図 閉鎖系採種園と近接スギ林の花粉飛散数

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

C スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化

Cb スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業

(2) 研究期間 平成 20～26 年度

(3) 予算区分 特定受託

(4) 担当者 齋藤央嗣・越地 正・毛利敏夫・河野明子

(5) 目的

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

(6) 研究方法

①雄花着花量調査（スギ）

県内各地に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。また目視調査の試行のための調査地選定を行った。

(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 24 年度までの年次変動を図 1 に示した。平成 24 年 11 月に調査した 30 林分の着花点数の平均値は 66.0 点で、過去最高であった一昨年（H23）の 75.3 点よりは下回るものの本調査開始後 14 年間の平均値（例年値とする）の 43.0 点を大幅に上回った。また地域的な差は少ないが、県北部が相対的に低い値になった（図 2）。このため平成 25 年春の花粉飛散量は、不作年の前年（H24 春）と比べると大幅に増加し、例年よりも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ており、高温少雨で、日照時間が多い気象条件は着花形成が促進され、雄花が多く着く傾向がある。平成 24 年は気象要因のうち、これまでもっとも高い相関関係を示してきた 7 月の日照時間は平年の 119% (横浜地方気象台海老名観測所)と、8月も平年の 143%かなり多く、着花点数も大幅に高くなった(図 3)。

②目視によるヒノキ雄花着花調査手法の確立

小田原市久野のトラップ調査を引き続き実施した。さらに目視調査実施のため、スギ同様に県西部から北部にかけてのヒノキ林 40 カ所を目視調査地として選定した(表)。このうち 9 カ所については小田原市久野の 1992 年よりトラップ調査により雄花量の調査を行ってきた林分として雄花量の変動が把握されていることから、早期の予測実施を目指す。

(8) 課題

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

(9) 成果の発表

・雄花着花調査の結果は、平成 24 年 12 月 18 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 25 年春の花粉飛散量は多い)。

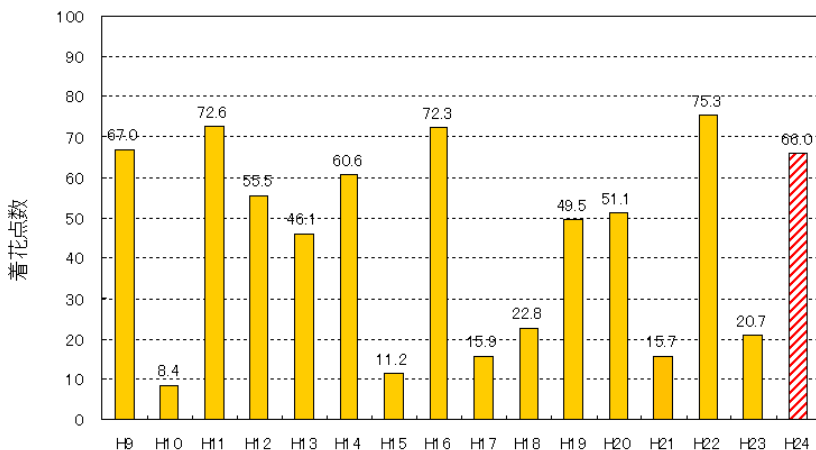


図1 県内スギ林30箇所の平均着花点数の年変化
(15年間の総平均値: 43.0点)

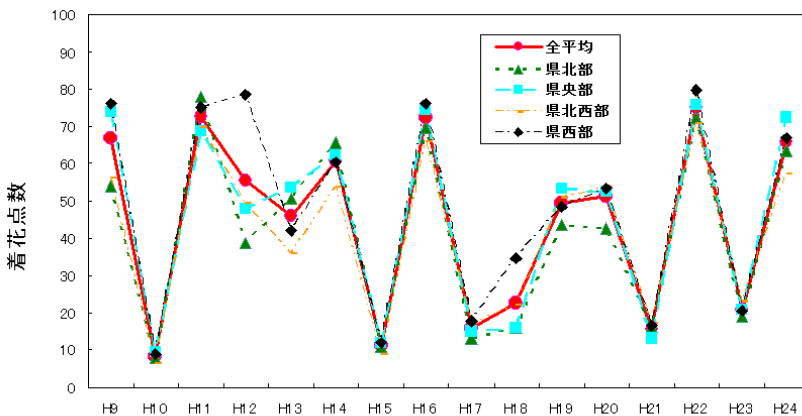


図2 地域別の着花点数の年変化

表1 設定したヒノキ定点林一覧表									
定点林 番号	識別用略称	緯度 経度		標高	斜面向き	林分状況			所在地市町村
		北緯(度)	東経(度)			胸高直径	樹高	林齢	
1	養毛	35° 24' 55.13"	139° 13' 31.56"	330	S	24.2	17.6		秦野市養毛
2	菩提	35° 25' 45.47"	139° 12' 19.76"	730	SE	17.9	10.3		秦野市寺山
3	わんぱくランド	35° 15' 35.22"	139° 07' 37.53"	130	N	27.5	13.1		小田原市久野
4	足柄幹線久野林道分岐下	35° 15' 01.46"	139° 05' 57.28"	410	SE	43.8	15.8		小田原市久野
5	長竹	35° 33' 48.20"	139° 16' 06.58"	180	NW	21.0	12.2		相模原市緑区長竹
6	串川	35° 34' 08.19"	139° 15' 15.27"	240	S	33.7	14.9		相模原市緑区長竹
7	青山	35° 34' 16.08"	139° 14' 35.56"	300	SE	25.7	16.1		相模原市緑区青山
8	寸沢嵐	35° 34' 28.37"	139° 12' 49.26"	350	N	34.7	15.7		相模原市緑区寸沢嵐
9	与瀬 2	35° 38' 21.95"	139° 11' 00.39"	480	S	19.8	11.1		相模原市緑区与瀬
10	与瀬	35° 38' 28.54"	139° 11' 03.57"	600	W	38.6	18.0		相模原市緑区与瀬
11	牧野 やまなみ温泉	35° 35' 18.91"	139° 09' 01.02"	410	W	28.0	13.3		相模原市緑区牧野
12	青根	35° 33' 08.65"	139° 09' 23.38"	300	NW	24.0	13.4		相模原市緑区青根
13	長尾峠下	35° 16' 00.41"	138° 59' 20.67"	770	SW	37.5	11.5		箱根町仙石原
14	溼生花園	35° 15' 54.03"	139° 00' 03.46"	650	W	40.2	16.2		箱根町仙石原
15	宮城野林道	35° 15' 41.25"	139° 02' 04.75"	710	W	31.2	14.8		箱根町宮城野
16	金崎山	35° 17' 07.59"	139° 00' 57.62"	820	SE	28.4	9.0		南足柄市矢倉沢
17	檢山水源林入口	35° 17' 47.07"	139° 01' 38.66"	530	SE	21.9	8.3		南足柄市矢倉沢
18	足柄峠下	35° 19' 08.30"	139° 01' 09.27"	540	E	40.3	13.8		南足柄市矢倉沢
19	苧野	35° 19' 44.23"	139° 04' 18.12"	210	NE	27.4	13.9		南足柄市苧野
20	弘西寺	35° 19' 29.38"	139° 04' 47.18"	180	N	32.4	15.1		南足柄市苧野
21	白石沢キャンプ場跡	35° 29' 27.43"	139° 03' 31.32"	670	SE	47.5	19.9		足柄上郡山北町中川
22	中ノ沢	35° 26' 54.02"	139° 04' 41.03"	640	SE	45.0	19.2		足柄上郡山北町玄倉
23	七沢	35° 27' 08.15"	139° 16' 46.62"	170	N	33.2	14.8		厚木市七沢
24	弁天の森	35° 26' 42.52"	139° 16' 20.15"	320	SW	34.0	14.6		厚木市七沢
25	日向林道	35° 25' 47.15"	139° 15' 14.50"	520	SE	28.3	10.8		伊勢原市子易
26	日向ふれあいセンター下	35° 26' 17.14"	139° 15' 36.15"	290	N	44.1	15.8		伊勢原市日向
27	六山寺手前	35° 25' 17.10"	139° 14' 48.52"	470	S	34.1	14.1		伊勢原市六山
28	小養毛	35° 24' 31.56"	139° 14' 53.24"	480	NW	32.3	12.6		秦野市養毛
29	唐沢林道	35° 28' 29.12"	139° 14' 05.40"	390	NW	32.3	15.1		愛甲郡清川村清川
30	寄	35° 23' 8.71"	139° 8' 0.54"	320	NW	31.0	15.8		足柄上郡松田町寄
31	21Cの森	35° 20' 42.57"	139° 03' 77"	670	NW	24.5	3.2		南足柄市内山
32	久野 No.1	35° 15' 06.44"	139° 05' 39.26"	450	NW	24.8	13.5	51	小田原市久野
33	久野 No.2	35° 15' 06.44"	139° 05' 39.26"	450	N	31.3	19.4	63	小田原市久野
34	久野 No.4	35° 15' 11.78"	139° 05' 12.89"	570	S	33.8	18.8	74	小田原市久野
35	久野 No.5	35° 15' 05.63"	139° 05' 09.87"	580	N	25.8	17.9	56	小田原市久野
36	久野 No.6	35° 15' 03.20"	139° 04' 58.50"	640	SE	29.9	17.0	46	小田原市久野
37	久野 No.7	35° 15' 03.50"	139° 05' 00.86"	640	S	27.0	14.2	46	小田原市久野
38	久野 No.8	35° 15' 09.21"	139° 04' 51.25"	670	NE	45.3	15.4	104	小田原市久野
39	久野 No.9	35° 15' 09.21"	139° 04' 49.76"	670	SE	23.0	12.6	104	小田原市久野
40	久野 No.10	35° 15' 11.69"	139° 04' 49.27"	680	W	17.2	10.1	72	小田原市久野

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

C スギ・ヒノキ花粉症対策品種開発と実用化

Cc 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、2012 年は 2011 年の過去最高であった 44,876 個と比較し大幅に減少し 1,288 個と 1/10 以下であった。2012 年は不作年であったが、林齢の違いによる差は高齢の 3 林分が高い傾向にあった（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 1998 年からの雄花の着花指数と種子生産量の関係を図 3 に示した。2013 年の自然着花の指数平均は 2.43 と昨年に続きやや豊作となった。

ウ スギ林分での花粉飛散量調査

平成 25 年春の総花粉飛散量は、図 4 に示したように前年の不作作に対し 39,677 個/cm² となり前年値の約 5 倍となった。一方、ヒノキは 4,940 個/cm² となり前年値の約 4 倍になった。スギの総花粉飛散量と雄花生産量との関係をみると、高い相関がみられた。また別に実施している着花量調査との関係を調査したところ雄花量と花粉飛散量との間にも高い関係が認められた（図 5）。

(8) 課題

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

(9) 成果の発表

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

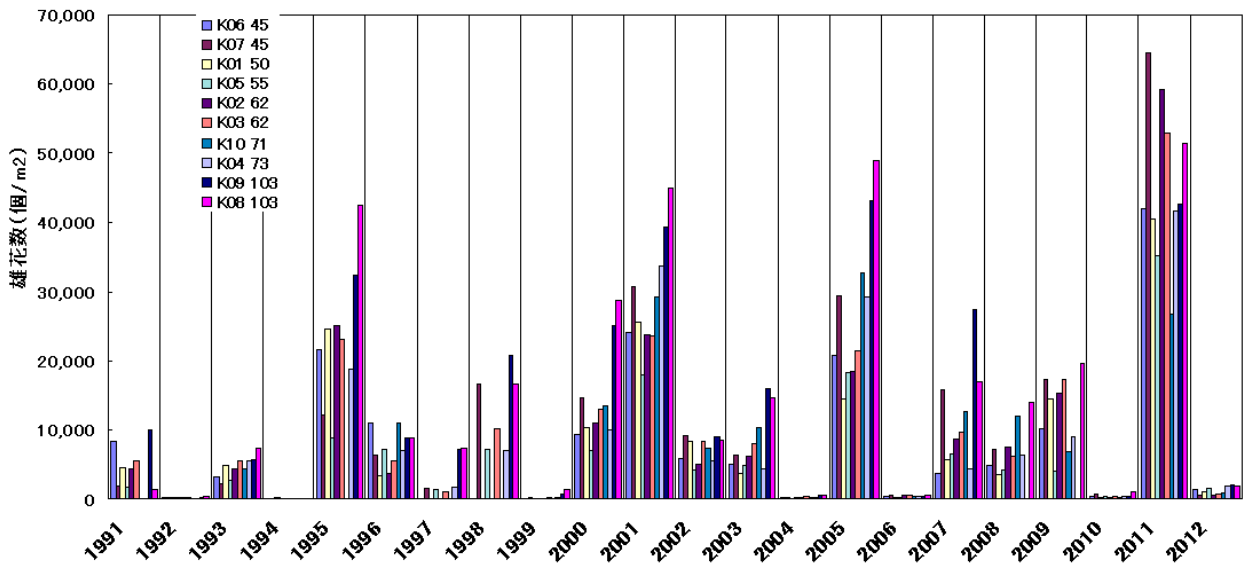


図-1 神奈川県小田原市におけるヒノキ雄花数の年次変動
 凡例の数字は2012年時点の林齢を示す。
 91年K04・10、95年K10、97年よりK01・02・06・10は欠測、
 2008,09年はK09欠測

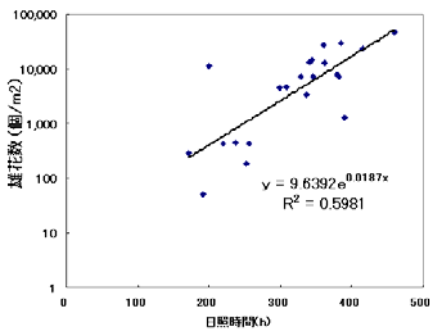


図2 日照時間と雄花数の関係
 日照時間は7・8月合計、指数回帰により有意な相関関係あり($r=0.68, n=22, d.f=20, p<0.01$)

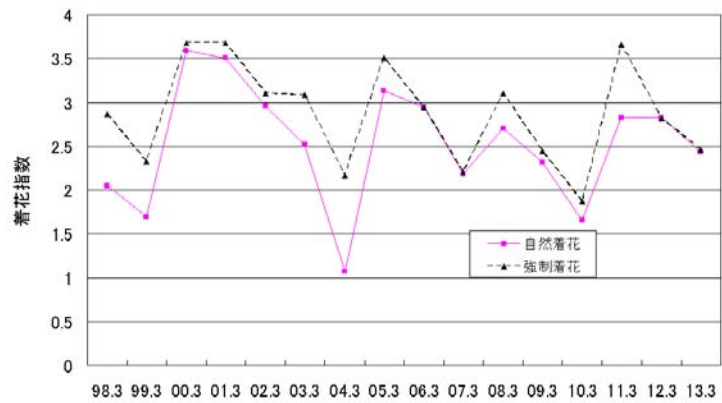


図3 21の森採種園の着花指数の年次変動

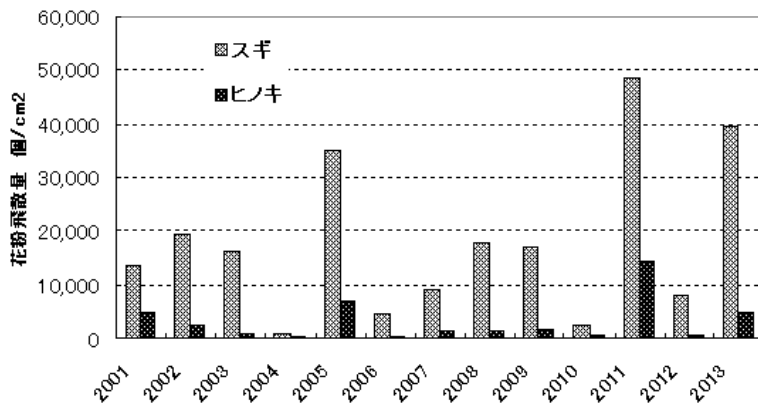


図5 所内スギ林内のスギ・ヒノキの総花粉飛散量の年変化

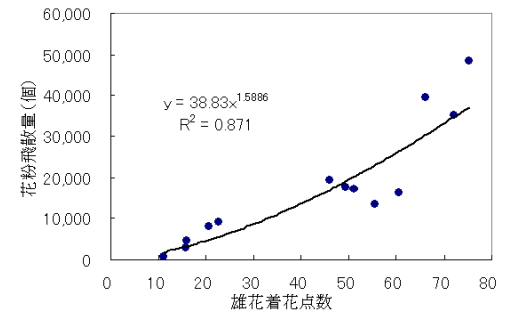


図5 雄花着花点数と花粉飛散量(厚木市七沢)との関係($n=16$) **: 1% 水準で有意

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-1) 効果的な水源林の整備に関する研究開発

D 資源循環利用の支援手法改良

(2) 研究期間 平成 20～24 年度

(3) 予算区分 県単（一般試験研究費）

(4) 担当者 谷脇 徹・中島岳彦（県産業技術センター）

(5) 目的

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

本研究では、被害材の積極的利用の一環として被害材の土木資材等への利用促進を図るため、丸太杭の強度・耐久性試験を行い、最終年度に当たる今年度はこれらの結果をとりまとめて被害材利用のための普及資料を作成する。

(6) 研究方法

普及資料の作成にあたり、これまでの県内外におけるスギノアカネトラカミキリに関する文献調査を行い、本県の被害の実態とスギノアカネトラカミキリの生態、施業と対策、およびトビクサレのメカニズムについて知見を整理した。また、これまでに実施してきた被害材の室内腐朽促進試験、長期野外暴露試験および暴露材の実大強度試験の結果を解析し、被害材の耐久性と強度性能を明らかとした。本県の木材利用の動向を踏まえ、低質材の土木資材、LVL および建築材への活用事例を収集した。

(7) 結果の概要

得られた成果を取りまとめ、「かながわのスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の実態と木材利用」を作成した（図1）。本資料は自然環境保全センター研究企画部のHPで公開されている。

<http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/tebiki/kamikiri.pdf>

(8) 今後の課題

今年度で課題終了

(9) 成果の発表

「かながわのスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の実態と木材利用」の発行



図1 「かながわのスギ・ヒノキ穿孔性害虫被害の実態と木材利用」の表紙と目次

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

- (1) 課題名 (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術開発
A シカと森林の一体的管理の推進手法開発
- (2) 研究期間 平成 24 年度～平成 28 年度
- (3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（中高標高域ニホンジカ管理捕獲等事業費）、水源林整備事業費
- (4) 担当者 田村 淳・谷脇 徹・山中慶久

(5) 目的

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

本課題の目的は、水源林の施業地におけるシカ捕獲後の植生回復を検証することと、水源林の施業地におけるシカの行動特性を把握して、それに応じた捕獲手法を検討することである。本報告では前者の植生回復の検証のために、2012 年度に事前調査した結果の概要を報告する。本調査は新日本環境調査㈱と㈱野生動物保護管理事務所に委託して行った。

(6) 研究方法

水源林整備及び野生動物の保護管理の各担当者と連携して、水源林内の 5 箇所調査地を設定した。そのほかに山梨県境の国有林内にも調査地を設定して、捕獲前の植生状態を調査した（表 1）。各箇所では 2～4 の繰り返し数となるように調査地を設定した。また、3 箇所では水源林整備事業で設置した植生保護柵内にも調査地を設定した。

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

また、6 箇所のうち 4 箇所ではセンサーカメラを設置して、シカの撮影頻度を調査した。各箇所に 2 台のセンサーカメラを設置して秋期の 3 ヶ月間調査した。

(7) 結果の概要

既設の植生保護柵がある調査地では、柵内で植被率が高いか、高木性樹種の稚樹高やササ

稈高が高かった（表 1）。センサーカメラの調査からどの箇所もシカの撮影頻度が最も高かった。これまでにシカの密度が低かった「高指山」の調査地では、他の箇所と同等かそれ以上にシカが撮影されていた。この調査地の植被率が低いことはシカの影響を強く受けていることを示唆している。

表 1 各調査地の概況

管理ユニット	調査地名	柵	林相	植被率(%)	最大樹高(cm)	ササ稈高(cm)	シカ撮影頻度 回 比率(%)	
中津川D	大山北尾根1	内	落葉	52.0	81	-	166	94
		外	広葉樹	15.3	10	-		
	大山北尾根2	内	落葉	82.0	65	-	117	81
		外	広葉樹	42.0	10	-		
	大山北尾根3	内	落葉	69.0	18	-	44	48
		外	広葉樹	59.0	48	-		
神ノ川B	姫次1	内	カラマツ	96.5	109	73.1	292	95
		外	人工林	92.5	34	28.2		
	姫次2	内	カラマツ	99.5	89	70.9	65	92
		外	人工林	94.5	74	39.2		
丹沢南麓C	雨山山稜1	内	落葉	100.0	238	12.1	203	96
		外	広葉樹	98.5	-	-		
	雨山山稜2	内	落葉	100.0	270	-	421	96
		外	広葉樹	91.0	-	-		
	雨山山稜3	内	ヒノキ	4.4	15	-	28	90
		外	人工林	4.6	23	-		
宮ヶ瀬湖B	ワシガ沢1	-	スギ人工林	42.0	56	-	撮影未実施	
	ワシガ沢2	-	スギ人工林	37.0	48	-	撮影未実施	
	ワシガ沢3	-	スギ人工林	50.0	18	-	撮影未実施	
清川A	日向屏風澤1	-	スギ人工林	0.4	-	-	撮影未実施	
	日向屏風澤2	-	スギ人工林	0.3	-	-	撮影未実施	
	日向屏風澤3	-	スギ人工林	0.9	12	-	撮影未実施	
世附川A*	高指山1	-	落葉広葉樹	7.8	13	-	撮影未実施	
	高指山2	-	落葉広葉樹	5.8	14	-	190	74
	高指山3	-	落葉広葉樹	2.8	0	-	149	73
	高指山4	-	落葉広葉樹	53.5	0	141.4	撮影なし	

(8) 課 題

継続調査。

(9) 成果の発表

例年 5～6 月に開催される「神奈川県ニホンジカ保護管理検討委員会」で概要を報告した。また、「第 2 次神奈川県ニホンジカ保護管理計画（2007～2011 年度）」の取り組みの成果を次の報告にまとめた。

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

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術開発

B ブナ林におけるシカ管理手法開発(再掲)

(2) 研究期間 平成24～28年度

(3) 予算区分 県単(特別会計:丹沢大山保全再生対策)

(4) 担当者 谷脇 徹

(5) 目的

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

(6) 研究方法

① カメラ法調査

調査地は丹沢山、大山、寄沢および鷺ヶ沢とした。センサーカメラの設置個数は12～23個とした。調査期間は丹沢山が12～3月、大山が12～1月、寄沢と鷺ヶ沢が1～3月とした。撮影されたシカは2尖以上の雄ジカ、1尖の雄時下、雌ジカおよび当歳ジカに識別して種類ごとの延べ出現頻度を記録し、ヤコブセンの方法により個体数を推定した。

② 糞粒法

寄沢の12箇所、1ha程度の調査区を設定した。糞粒カウント調査は1月に実施し、各調査区の林縁から20m離れた林内の比較的緩やかな地形に50～100mのラインを5m間隔で設定し、ライン上の5m間隔に1m×1mの調査枠を設定した。また、各調査区に設定する調査枠の数は合計120個以上とした。糞粒のカウントは、リターを除去後に新旧問わず枠内にあり、形状が完全か半分以上残るすべての糞を数えた。現地調査で得られたデータを整理し、密度推定プログラムの「FUNRYU Pa」を用いて生息密度を算出した。

(7) 結果の概要

① カメラ法

撮影頻度は丹沢山と大山では月による撮影頻度の差が大きかった(表1)。寄沢や鷺ヶ沢で撮影頻度が低かった(表1)。前者には積雪、後者には冬期の狩猟等の影響が推測される。

表1. センサーカメラによる月別のニホンジカ撮影頻度

月	丹沢山 カメラ20個	大山 カメラ12個	寄沢 カメラ23個	鷺ヶ沢 カメラ16個
12月	518	136	-	-
1月	295	21	28	14
2月	6	-	28	10
3月	22	-	9	3

表 2. ヤコブセンの方法によるニホンジカの推定総個体数

解析地域	解析区分	Eb 推定総オス個体数	Ed 推定合計メス成獣個体数	Ef 推定合計当歳子個体数	Eb+Ed+Ef 推定総個体数
丹沢山	12/1～12/20	13.4	77.0	17.7	108.1
	12/21～1/9	13.0	106.5	23.9	143.5
	12/1～1/9	20.2	141.2	32.0	193.4
	1/22～2/6	1.0*	1.0*	0.0*	2.0*
	2/7～2/22	—	—	—	—
	2/23～3/10	2.0*	3.0*	0.0*	5.0*
	1/22～3/10	2.0*	2.7*	2.0*	6.7*
大山	12/1～12/20	3.0*	62.0*	12.0*	77.0*
	12/21～1/9	1.0*	55.0*	3.0*	59.0*
	12/1～1/9	4.0*	117.0*	15.0*	136.0*
寄沢	1/22～2/6	—	—	—	—
	2/7～2/22	—	—	—	—
	2/23～3/10	—	—	—	—
	1/22～3/10	—	—	—	—
鷲ヶ沢	1/22～2/6	—	—	—	—
	2/7～2/22	—	—	—	—
	2/23～3/10	—	—	—	—
	1/22～3/10	—	—	—	—

備考 1) 表においては小数点第一位までを表示しているが、推定計算の過程においては第二位以下も存在するため、推定総個体数の小数点第一位の値が表の数値合計と一致しない場合がある。

備考 2) 「—」は推定のための計算が不可能であることを示す。

備考 3) 右肩に「*」を付した数値については、数値は出ていても推定のために必要なデータが十分に得られなかったため、推定式パラメータの欠損等が生じたことにより推定結果が得られていないことを示す。

備考 4) 太線により囲んだ箇所は、各解析区分の合計期間を示す。

ヤコブセンの方法により個体数を推定したところ、丹沢山では 12/1～12/20 に 108.1 個体、12/21～1/9 に 143.5 個体、合計では 193.4 個体と推定された（表 2）。一方、丹沢山の他の期間、および他の地点では計算の過程で必要となる雄ジカが十分に撮影されず、十分な推定が行われなかった。このようにヤコブセンの方法は雄ジカの個体数が少ない場合に推定できない欠点があることが分かった。

② 糞粒法

平成 20～24 年度において、寄沢右岸と寄沢左岸において生息密度はほぼ横ばいであったのに対し、寄沢奥と秦野峠では減少する傾向があった（図 1）。いずれの地域でも、植生への影響を抑える密度の指標である 5 頭/km² を下回ることがなく、依然として高密度の状態にあることが分かった。

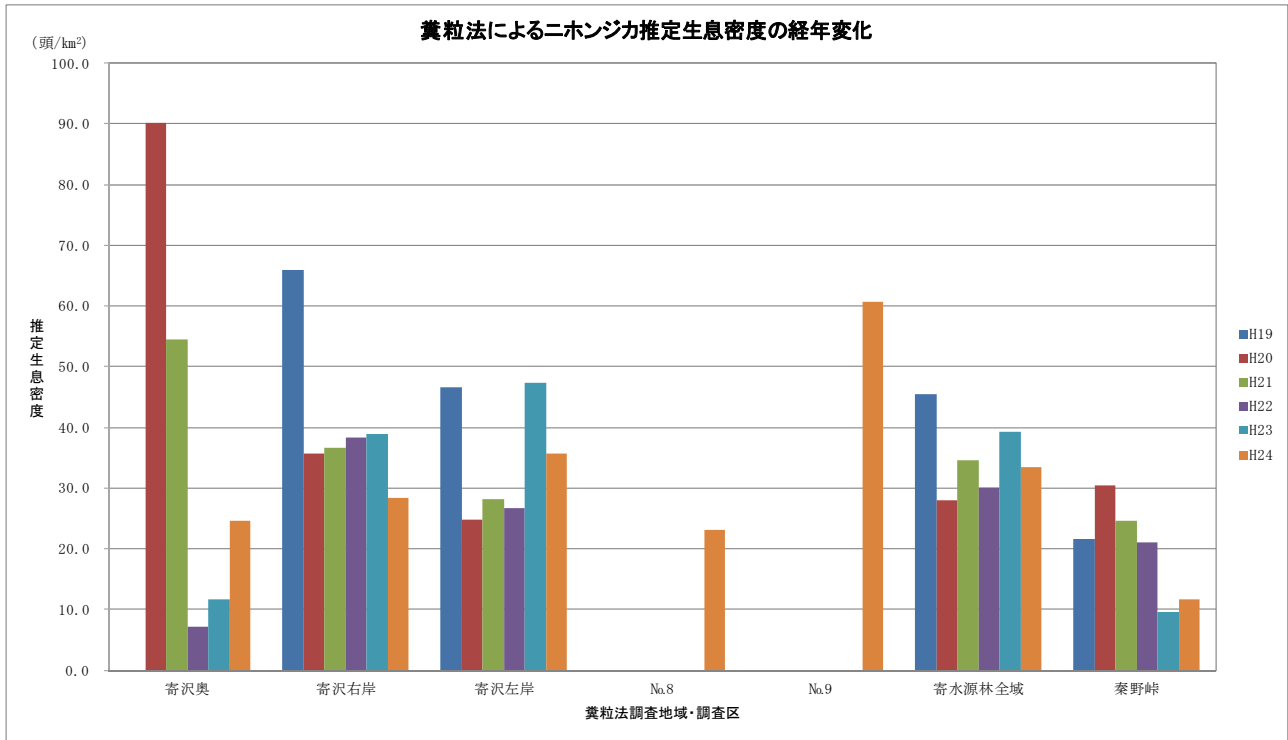


図1. 糞粒法により算出された寄のニホンジカ密度の経年変化

(8) 今後の課題

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

(9) 成果の発表

なし

(2) 水源林など公益性の高い森林再生技術開発

(1) 課題名 (2-2) 野生動物と共存できる森林管理技術の開発

C シカ生息環境モニタリング

(2) 研究期間 平成 22 年度～

(3) 予算区分 丹沢大山保全・再生対策事業費（中高標高域ニホンジカ管理捕獲等事業費）

(4) 担当者 田村 淳

(5) 目的

丹沢山地ではシカの強い採食圧により自然植生の衰退や土壌流出といった森林生態系の劣化が問題化している。そこで 2003 年から神奈川県はシカ保護管理事業において植生回復のための管理捕獲を実施している。その事業の効果検証のモニタリングとして累積利用圧と植生、モデル地区内現存量を 3～5 年間隔で追跡調査している。2012 年度（平成 24 年度）は 11 地点で植生を追跡調査した。本調査は新日本環境調査㈱に委託して行った。

(6) 研究方法

丹沢山地の 56 の管理ユニットに各 1 箇所の調査地を設置することを目標として、これまでに 55 箇所の調査地を設定した（図 1）。各調査地には植生の劣化状況によらず植生保護柵が設置されている。これは、柵内外における時点間の林床植生の変化を比較することで、シカの影響を把握する目的がある。調査地には柵内外に 2m×2m のコナートが 10 個ずつ設置され、その内部において、林床植生全体の植被率と各出現種の被度・群度、高木性樹木稚樹の樹種名と樹高（上位 5 本）、ササの最大稈高を測定することになっている。各調査地は 3～5 年おきに調査している。2012 年は 11 地点で調査して、過年度のデータと比較して植生変化を解析した。

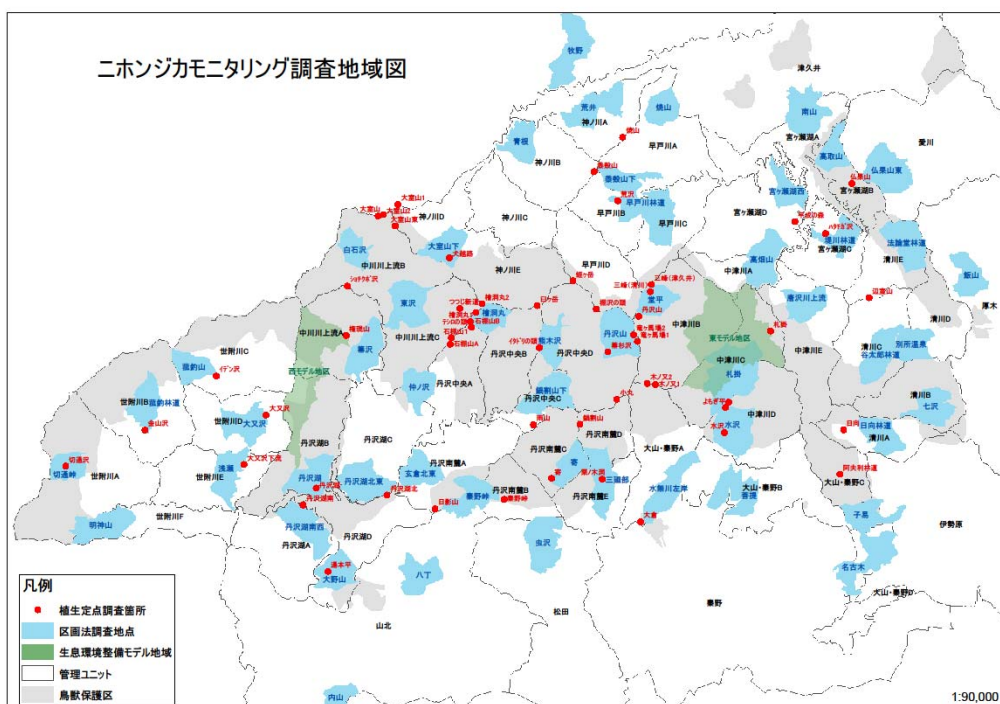


図 1 植生定点調査地（丸印）

また、センサーカメラを本年度から新たに設置して、シカの撮影頻度を調査した。各箇所には2台のセンサーカメラを設置して、期間は秋期の3ヶ月間とした。

(7) 結果の概要

調査した11箇所のうち3箇所はシカ管理捕獲地内（たつまの周囲1kmまで）である。捕獲地3箇所のうち2箇所では時間の経過とともに柵外で林床植被率が増加した（表1）。ただし、その構成植物はアシボソやヤマカモジグサ、マツカゼソウなど不嗜好性植物が多かった。更新木の最大樹高は、柵外ではほとんど変化がなかった。ササ桿高も同様の結果であった。捕獲していない8箇所のうち3箇所では植生指標が悪化した。すなわち2箇所では林床植被率が低下し、他の1箇所ではスズタケの桿高が低下した。

センサーカメラを使った調査から、11箇所ともにシカの撮影頻度が最も高かった。

表1 2012年度の結果概要

No.	管理ユニット	調査地名	標高(m)	捕獲開始年	柵	林床植生型	植被率(%)			最大樹高(cm)			ササ桿高(cm)			シカ撮影頻度*		備考
							1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次	回	比率(%)	
1	中川川上流B	ショクボ沢	1,115	2007	内外	短茎草本	1.2	60.0	50.0	無	36	68	10.3	-	18.3	71	81	
2	丹沢湖D	湯本平	360		内外	短茎草本	1.2	5.8	14.2	無	13	43	無	無	無	183	57	
3	神ノ川B	黍穀山	1,200		内外	スズタケ	44.0	75.5	94.0	45	88	116	38.1	62.0	67.6	114	66	
4	神ノ川D	大室山1	1,580		内外	高茎草本	48.5	38.5	55.0	無	40	84	無	無	無	151	83	
5	丹沢中央B	テシロの頭	1,440		内外	スズタケ	59.0	81.0	83.5	63	200	74	73.8	131.0	149.7	168	92	
6	丹沢中央D	小丸	1,340	2003	内外	高茎草本	93.5	81.5	83.5	115	184	256	無	無	無	126	92	アシボソ、ヤマカモジ、ヒメチドメ多し
7	丹沢南麓A	日影山	730		内外	スズタケ	47.0	88.0	89.5	25	-	97	164.6	109.1	158.2	55	63	
8	丹沢南麓D	鍋割山	1,035	2007	内外	ミヤマクマザサ	96.5	99.0	97.7	13	-	82	17.8	56.7	50.1	69	85	アシボソ、マツカゼソウ多し
9	早戸川D	棚沢ノ頭	1,570		内外	高茎草本	98.3	-	97.0	82	-	215	無	-	無	100	93	
10	清川A	日向	650		内外	短茎草本	2.3	3.4	4.0	14	12	無	無	無	無	36	51	
11	宮ヶ瀬湖C	ハタチガ沢	450		内外	短茎草本	34.0	60.5	58.0	48	無	24	無	無	無	109	78	

有意な増加
有意な減少

(8) 課題

種組成データの解析ととりまとめ。

(9) 成果の発表

例年5～6月に開催される「神奈川県ニホンジカ保護管理検討委員会」で概要を報告した。また、「第2次神奈川県ニホンジカ保護管理計画（2007～2011年度）」の取組みの成果を次の報告にまとめた。

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