

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 A. 対照流域法による総合モニタリングー総括ー  
 (2) 研究期間 平成19～33年度  
 (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）  
 (4) 担当者 内山佳美・西口孝雄・横山尚秀・大平充

(5) 目的

第3期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（第1期：H19～23、第2期：H24～28）では、施策の効果を検証するための「水環境モニタリング」が実施されている。本研究課題は、その中でも森林で行われる事業を対象として、対照流域法等の研究手法を用いて水源かん養機能にかかる事業実施効果を流量等の観測により検証し県民に情報提供することを目的とする。

(6) 方法

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、モニタリング調査を継続するとともに、プロジェクト全体の推進にかかる会議等開催、研究成果普及のための研究成果報告会や研修会等の開催、ホームページによる情報提供を行った。

(7) 結果の概要

ア. プロジェクト推進にかかる会議・打合せの実施

プロジェクト推進に関する調整やモニタリング結果の検討を行うために、会議・打合せを行った（表1）。プロジェクトの全体会議を1回、より専門的な検討を行う分野別部会を1回実施した。特に分野別部会では、大洞沢で新たに開始する間伐の効果検証に関する議論を行った。

イ. 職員及び外部関係者を対象とした研究成果報告会、研修会の開催

専門的知見や最新のモニタリング成果の普及のため、研修会を1回（参加者87名）、研究成果報告会を1回（参加者76名）開催した。当日のプログラム等はポータルサイトに掲載した。

[http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/web\\_taisho/mizu\\_taisaku\\_training.html](http://www.agri-kanagawa.jp/sinrinken/web_taisho/mizu_taisaku_training.html)

ウ. 対照流域モニタリングのポータルサイトの更新

平成28年に開設したポータルサイトを更新し、「森林の水源かん養機能と森林管理」にかかる解説ページを新たに公開した。

表1 研究連携課主催の対照流域モニタリング関係会議・打合せ等一覧

開催日	会議名称等	区分	内容（主な議題等）
H29. 4. 18	東京大学受託研究打合せ	外部	H29年度受託研究の実施にかかる細部打合せ
H29. 4. 26	東京農工大学受託研究打合せ	外部	H29年度受託研究の実施にかかる細部打合せ
H29. 5. 18	神奈川工科大学受託研究打合せ	外部	H29年度受託研究の実施状況等の細部打合せ
H29. 6. 19	東京大学現地打合せ	外部	新規プロットの箇所検討ほか
H29. 7. 20	研究推進支援研修会	外部・庁内	シカの影響による下層植生衰退と土壌侵食・水源かん養機能の関係
H29. 8. 10	神奈川工科大学受託研究打合せ	外部	H29年度受託研究の実施状況等の細部打合せ
H29. 8. 23	県有林整備計画等打合せ	庁内	大洞沢流域内の今後の森林整備と対照流域モニタリングの新規プロット設定について
H29. 11. 20	水土砂分野部会	外部・庁内	H29年度推進状況、各試験流域の調査状況と新規研究計画について、ほか
H29. 12. 18	個別打合せ（戸田教授、五味教授）	外部	水質の評価について、量水堰の土砂データについて、ほか
H29. 12. 27	県有林整備計画等打合せ	庁内	大洞沢流域内の今後の森林整備について、気象観測用タワー設置について
H30. 1. 23	第19回 対照流域モニタリング調査会検討会議	外部・庁内	対照流域モニタリングの進捗状況について、各モニタリング調査の実施状況について
H30. 3. 19	自然環境保全センター研究成果報告会 平成29年度農林水産技術会議研究成果評価部会	外部・庁内	個別研究課題としては、「試験流域の水循環」、「各水系の源流河川における水生生物群集の特性」について報告。評価委員（学識者）による助言等をいただいた。

## (8) 今後の課題

第1期5か年計画期間で各試験流域の施設整備と観測の開始、第2期では各試験流域における森林操作と短期的な検証を行ってきた。第3期では、短期的な検証の結果を総括して施策の中間評価に繋げていくこと、これまでのモニタリング結果や施策を取り巻く状況の変化を踏まえたモニタリング計画のアップデートと施策の最終評価に向けた戦略の具体化が必要である。

## (9) 成果の発表

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

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

内山佳美・山根正伸（2008）森林における水環境モニタリングの調査設計—大洞沢における検討事例—、神自環保セ報5、15-24。

表2 対照流域モニタリング調査会検討会議 構成員（平成29年度）

	氏名	所属役職	就任
専門委員	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 【物質循環調査】（貝沢）	H19～
	白木克繁	東京農工大学大学院農学研究院 自然環境保全学部門 准教授 【水・土調査】（貝沢）	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 教授 【土砂・土壌流出】（大洞沢）	H21～
	熊谷朝臣	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）	H29～
	堀田紀文	東京大学大学院 農学生命科学研究科 准教授 【水収支調査】（大洞沢）	H21～
	小田智基	東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教 【水収支調査】（大洞沢）	H21～
	江草智弘	東京大学大学院 農学生命科学研究科 研究員 【水収支調査】（大洞沢）	H25～
	藤目直也	東京大学大学院 農学生命科学研究科 博士課程 【水収支調査】（大洞沢）	H29～
	鈴木雅一	東京大学 名誉教授 【水収支調査】（大洞沢）	H21～
	石川芳治	東京農工大学 名誉教授／東亜グラウト工業（株）技術顧問 【水・土調査】（堂平ほか）	H19～
	高村岳樹	神奈川工科大学 教授 【水質、水生動物の遺伝子解析】	H26～
	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～
	福嶋 悟	藻類研究所分析センター センター長 【付着藻類調査】	H29～
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）	東京神奈川森林管理署 南足柄市 緑政部 自然環境保全課／水源環境保全課／森林再生課、環境科学センター 県央地域県政総合センター、県西地域県政総合センター 自然環境保全センター森林再生部 / 研究企画部自然再生企画課		
事務局	自然環境保全センター研究企画部研究連携課		

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Aa. 観測施設保守・改良  
 (2) 研究期間 平成19～28年度  
 (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）  
 (4) 担当者 内山佳美・大平充・三橋正敏

(5) 目的

第3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の基盤データを取得するために、各試験流域の観測施設の維持管理・改良、対照流域試験の操作実験にかかる施設整備を行う。

(6) 方法

各試験流域の観測施設の定期点検や施設の改良・修繕・機器更新、量水堰の浚渫工事等を行った。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成29年度）

箇所	業務内容	工期	受託者
大洞沢	植生保護柵等点検	-	(直営)
	気象センサの更新、修理済みデータ集録機器の再設置	5/18 ~ 7/31	アズビル(株)
	NO4観測地点濁度センサ交換、データ集録機器のメンテナンス	2/5 ~ 3/30	アズビル(株)
	NO1観測地点の改良(ルーフトワー設置)	9/6 ~ 11/30	(株)エフティアイ
	NO5観測地点のタワー増設工事	1/9 ~ 3/30	(株)エフティアイ
	NO5観測地点のタワー増設にかかる機器取付・調整	1/19 ~ 3/30	クリマテック(株)
貝沢	観測施設・システムの定期点検	4/1 ~ 3/31	東京農工大学
	NO2量水堰の漏水対策	5/30 ~ 7/31	(有)榎本工業
	NO1～4量水堰の浚渫工事	12/20 ~ 3/30	(有)榎本工業
	気象センサの更新	2/8 ~ 3/30	(株)ウイジン
ヌタノ沢	植生保護柵の定期点検とセンサーカメラによる周囲のシカ把握	-	(直営)
	観測施設・システムの定期点検・保守(全6回)	4/28 ~ 3/28	(株)ウイジン
	A沢量水堰の整流板等修繕	8/18 ~ 9/15	(株)ウイジン
	A沢量水堰の浚渫工事	8/23 ~ 9/29	(株)湯川組
フチヂリ沢	観測施設・システムの定期点検・保守※	7/5 ~ 3/28	アジア航測
	地下水位計の改良	1/9 ~ 3/30	(株)ウイジン
センター	観測データベースシステム保守	2/8 ~ 3/30	(有)ネブス

※委託調査の業務の一環として実施

(7) 結果の概要

ア. 浚渫工事（ヌタノ沢A沢量水堰、貝沢）

大洞沢のNO1量水堰も満砂したが、県道工事との兼ね合いで年度内の浚渫ができなかった。ヌタノ沢では、9月に浚渫した後に10月の台風でわずかな土砂の堆積があったが、浚渫は実施していない。

表 2 量水堰の土砂堆積と浚渫状況（平成 29 年度）

試験流域 量水堰	大洞沢		貝沢				ヌタノ沢
	No1	No1	No2	No3	No4	A 沢	
土砂堆積を もたらした降雨	2017. 10. 22～23（台風21号） 2017. 10. 29（台風22号）		2017. 10. 22～23（台風21号）				2017. 8. 7（台風5号）
浚渫土砂量（m <sup>3</sup> ）	年度内浚渫できず		1. 5	1. 5	1. 5	4. 5	4. 7
実施日	(2018年度実施予定)		2018. 1. 10-12				2017. 9. 5-9. 7



写真 1 大洞沢 N01 量水堰の土砂堆積前状況（H29. 8. 30）土砂堆積状況（右：H29. 10. 26）



写真 2 ヌタノ沢 A 沢量水堰の土砂堆積、浚渫の状況  
左：H29. 8. 8, 中：H29. 9. 12 右：H29. 10. 31



写真 3 貝沢 N01～4 量水堰の土砂堆積、浚渫の状況（上：H29. 11. 1 下：H30. 1. 11）  
（左から、N01 量水堰・N02 量水堰・N03 量水堰・N04 量水堰）

イ. 量水堰の漏水対策（貝沢NO2 量水堰）

平成 29 年の春～夏季にかけて少雨であり NO2 量水堰の流量も少量であったが、5 月に水位の異常低下があり漏水が認められたため、榎本工業が請負い、対策工事を実施した。工事は、6 月 15 日～22 日にかけて行われた。

ウ. 気象観測設備の改良（大洞沢）

大洞沢試験流域において、平成 31 年度以降に間伐を行い、その前後を通して間伐による水源かん養機能への影響を把握する計画になっており、特に気象観測において、これまで以上の精度が求められている。そこで、N01 および N05 気象観測地点において、タワーを増設してセンサを移設（または増設）し、周囲の樹木等の影響を排除して観測精度の向上を図った。なお、一部の観測項目については、当面はこれまでの設置位置のセンサと並行して測定し、対応関係を把握する。

尾根の気象用タワーの仕様

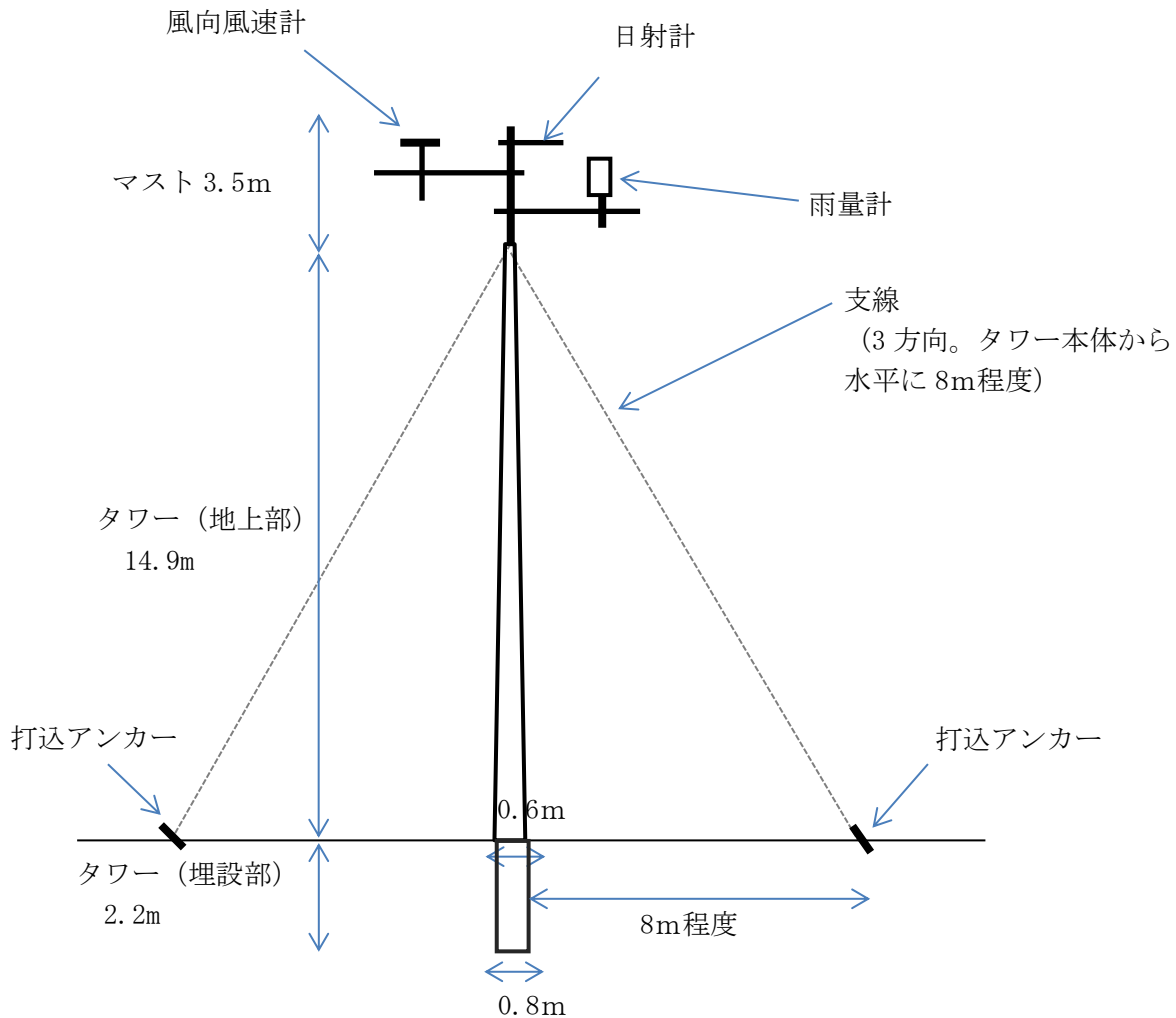
タワー本体：クリエート・デザイン（株）製（型式：KT-15C）

※本体は、茶色に塗装。基礎部は、コンクリートレスキット（型式：5FB）使用。

雨量計：クリマテック CTKF-1 （設置高 16.0m）

日射計：デルタオーム社 LP PYRA 03 （設置高 17.0m）

風向風速計：アズビル WS-D（YOUNG 製）（設置高 16.5m）



## **(8) 今後の課題**

量水堰の土砂の堆積や施設の破損等によって欠測になった場合は、迅速な対応を行い欠測期間を最小限にする必要がある。

日頃から観測の精度を維持するために、定期点検を行い、異常等の早期発見、早期対応を行う必要がある。また、大きな施設破損につながる前に、日頃からきめ細かく予防的な措置を行い、計画的に機器の更新を行う必要がある。

大洞沢とヌタノ沢の植生保護柵については、定期点検を継続し、補修や補強をこまめに行う必要がある。また、これまで冬季から春季にかけてシカが侵入することが多いため、季節に応じた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備，神奈川県自然環境保全センター報告、10：13-21.

## (2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 **Ab. 大洞沢モニタリング調査**
- (2) 研究期間 **平成19～33年度**
- (3) 予算区分 **県単（水源特別会計：森林環境調査）**
- (4) 担当者 **内山佳美・西口孝雄**

### (5) 目的

本研究は、第3期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づき、森林で行われる事業実施効果の検証に資するため、宮ヶ瀬湖上流の大洞沢流域における対照流域モニタリング調査の一環として、整備実施後の試験流域の流出特性や水質の変化、及び土砂動態の変化を把握することを目的とする。

### (6) 方法

本研究は、東京大学（以下項目のア）及び東京農工大学（同イ）、神奈川工科大学（同ウ）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）

#### ア. 森林管理による水収支への影響評価

大洞沢においては、森林施策が河川の流量・水質に及ぼす影響の解明を目的として、平成21年度より河川流量・水質の調査が本格的に開始された。平成23年度に植生保護柵が設置され、柵内の植生・河川流量・水質が継続的に調査されている。さらに、平成29年度より新たに、間伐が水資源に及ぼす影響の調査が開始され、現在は間伐前の事前データを得る段階にある。

本研究では、試験流域の河川流量や水質の基本的な観測を継続し、植生保護柵設置後の時系列変化を把握する。流域内に設置した小プロットにおいて、蒸発散量とその形成要因の詳細な観測を行う。また、水文モデルを用いたシナリオ検討を行い、間伐が河川流量に及ぼす影響の予測を行う。

##### (ア) 河川流量・水質のモニタリング

現地の気象・水文観測設備により観測を行い、降水量・流量データを収集し、補正などの作業を行った。また、大洞沢流域内で水が土壌・基岩中を浸透し、流出するまでの水質形成過程を把握するため、2週間に1回程度の頻度で定期的に降水・渓流水・湧水を採水した。

##### (イ) 蒸発散特性の観測

大洞沢流域内にプロットを1か所新設し、蒸散量・遮断蒸発量等の観測を行った。

##### (ウ) 森林施策が河川流量・水質に及ぼす影響の評価

各調査結果と平成29年度までのデータより得られた流出特性・水質形成機構の知見をもとに、植生保護柵設置による流出特性・水質の時系列変化について検討した。

##### (エ) 水文モデルを用いた間伐が河川流量に及ぼす影響の予測

平成29年度までの大洞沢流域の河川流量に対して水文モデルを適用し、最適なパラメータの同定を行うとともに、複数の間伐シナリオによる蒸発散・土壌物理性の変化が河川流量に及ぼす影響を予測した。

#### イ. 森林管理による土砂流出動態への影響評価

主に2流域（実施流域：No.3、対照流域：No.4）を対象として、流域の流出土砂、斜面の生産土砂、斜面内の土砂生産源や生産機構および詳細な土砂移動現象を把握し、河道付近の貯留土砂の把握や流域内の湧水の水温特性と地形特性との関連についても検討した。

##### (ア) 流域の流出土砂の把握（継続）

試験流域における流出土砂量を把握するために、量水堰の沈砂池内に土砂堆積を定期的な横断測量により堆砂量計測した。また、流域末端部の量水堰の濁度観測結果の解析を行った。

##### (イ) 斜面からの生産土砂の把握（継続）

試験流域の斜面における土砂生産量を把握するために、斜面下部に2箇所ずつ設置されているプロットにおいて、土砂およびリター流出の通年観測を行った。一定期間ごとにサンプル回収を行い、捕捉土砂およびリターの乾重量を計測した。

(ウ) 流域内気温変化と土砂移動特性の評価

これまでの調査で、土砂生産では、降雨特性のみならず凍結融解などの温度環境が重要であることがわかってきたことから、気温データの解析から、生産土砂量の評価を行うとともに、冬期の土砂移動プロセスを検討した。

(エ) 斜面内の土壌被覆と土砂移動過程の把握

試験流域の斜面における土砂の移動過程を推定するために、流域内の土壌被覆調査を行い、流域の植生量や植生分布を評価した。また、流域の土壌や流出土砂に含まれる放射性セシウム (Cs-137) によって、斜面や流域の土壌侵食量を推定した。

(オ) 対照流域の水温形成

これまでの湧水の分布特性や水温の調査結果などをふまえて、流域末端部における水温特性の評価を行い、流域の水流出特性、降雨流出応答との関連性を検討した。

ウ. 対照流域調査地及び周辺河川における水質評価基礎調査

大洞沢の N01 水文観測地点と中津川上流、宮ヶ瀬湖下流、さらに早戸川、串川等を含む計 16 地点において、ケイ酸、アルミニウムイオン、硝酸イオン、亜硝酸イオン、リン酸イオン、銅イオン、亜鉛イオンの水質分析を行った。

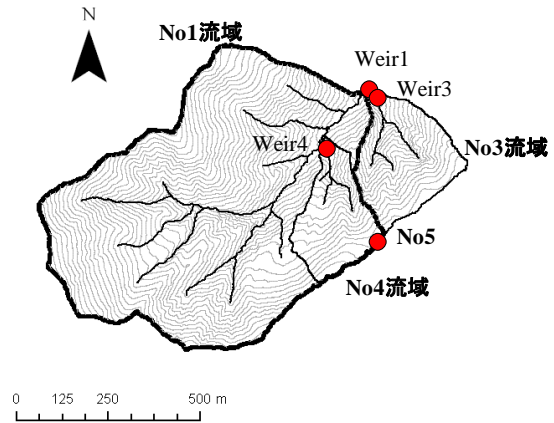


図1 大洞沢流域 観測地点

(7) 結果の概要

調査結果概要の一部は次のとおりである。(調査結果全体は、受託研究報告書を参照)

ア. 2017年の降水量・流量

2017年は、2016年8月の土砂流出と2017年10月の土砂流出の影響を受けて、No1, 3流域において長い流量欠測期間が生じた。この期間の流量については、HyCyモデルを用いることで補完することができた。結果として、年降水量は2590mm、No1, 3, 4流域の年流出量はそれぞれ1986mm, 1917mm, 2548mmの値を得た。

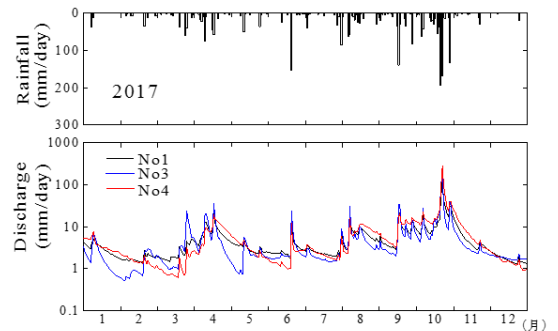


図2 2017年の降水量・流量

イ. 遮断蒸発量

林内雨量は林外雨量の79~80%だった。また、それぞれの観測回において、林内雨の変動係数は9~18と小さかった。樹幹流量は量が多く、しばしば70Lのボトルがあふれてしまった。概算ではあるが、今までに得られた結果では、樹幹流量の割合が6~10%と非常に高いことが明らかになった。以上より、遮断率は10~15%と予想された。

ウ. 植生保護柵設置が河川水の水質に与える影響の検証

河川水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は2009-2012に比べ、その後の期間で減少していることが示された。生物吸収を受けないCl<sup>-</sup>を用いて基準化してもなお、その傾向は明瞭であった。No3流域のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup>比は、近年No1, 4流域のものより低かった。この傾向は、植生保護柵設置によりNo3流域のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が低下した可能性を示唆している。



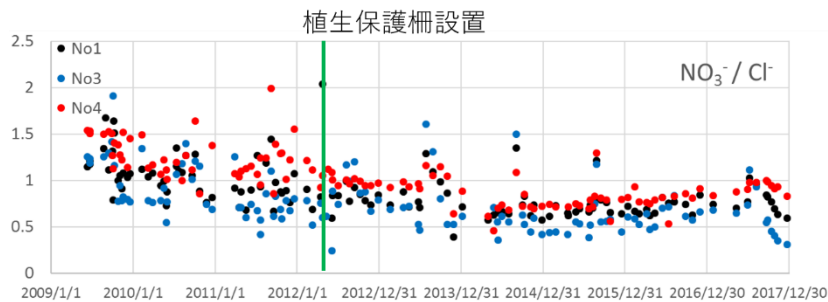


図3 植生保護柵設置前後のCl<sup>-</sup>濃度で基準化したNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度の時系列変化

#### エ. 大洞沢試験流域の土砂流出量の特徴

大洞沢流域の土砂流出量は、貝沢やヌタノ沢と比較すると、単位流域面積あたりの土砂流出量は大きい傾向がみられ、世界各地の山地源流域の土砂移動量と比較した場合においても、比較的土砂流出量が多いことが分かった。また、大洞沢流域を含む宮ヶ瀬ダム流域における土砂量について、全国925か所のダムにおける土砂堆積量と比較検討したところ、近隣の小河内ダムにおける土砂堆積量年間410m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>に対し、宮ヶ瀬ダムは、1600～2300 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>と多かった。大洞沢試験流域の土砂堆積量200～300 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>であることを踏まえ、流域の個性も考慮した広域の検討も必要である。

#### オ. 集中化ハイドログラフを用いた浮遊土砂流出評価

2009年～2016年の大洞沢流域No.1、No.3、No.2流域の流出と濁度について、芳賀・小川(2018)の提案する集中化ハイドログラフによる解析を行った。水道水の水質基準である、濁度(FTU)が2を濁りの有の基準とした結果、大洞沢では、No.3流域では年間日数の10～15%程度で濁水が発生しており、No.4流域では、10%未満の発生日数であった。植生保護柵設置後の変化については、No.3流域では、2014年に降雨量は大きいものの、濁水発生時の流量が減少しており、全体の負荷量としては減少している可能性があった。今後詳細な検討を進める必要がある。

#### カ. 試験流域と周辺河川における水質基礎調査

大洞沢試験流域及び周辺河川、計16地点で、11～2月に採水を行い、各項目を分析した。宮ヶ瀬湖上流の河川についてはそれぞれのイオンについて大きな差はなかったが、ダム湖下流から各測定項目において若干ではあるが上昇傾向があることがわかった。また串川は、リン酸や硝酸などの栄養塩濃度が中津川に比べ数倍高く、河川周囲の土地利用状況(田畑の有無)や水量が大きな影響を与えていることが考えられる。

### (8) 今後の課題

降水量・流量・水質観測を継続し、植生保護柵設置の影響を継続的に調査することが必要である。また、今後は間伐が河川流出に及ぼす影響の評価を行うために、プロットスケールでの詳細な水収支項目の観測を行い、間伐前のデータを収集することが必要である。具体的には、流域内の3つの小プロットにおいて、遮断蒸発量・蒸散量・土壌水分量・地表面蒸発量・根の成長量の観測を行う。

### (9) 成果の発表

平岡 真合乃ほか(2013) インターバルカメラを用いた連続観測による山地斜面の林床被覆の経時変化の把握、砂防学会誌, Vol. 66, No. 1.

Marino Hiraoka, Takashi Gomi, Shigeru Mizugaki, Tomoki Oda, Shusuke Miyata, Yoshimi Uchiyama Hydrogeomorphic Processes and Sediment Yields in Headwater Catchments based on Field Observation International symposium on sediment disasters under the influence of climate change and tectonic activity (3rd).

Marino Hiraoka, Takashi Gomi, Tomoki Oda, Tomohiro Egusa, Yoshimi Uchiyama (2015) Responses of bed loaded yields from a forested headwater catchment in the eastern Tanzawa Mountains, Japan, Hydrological Research Letters 9(3), 41-46.

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ac. 貝沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成 19～33 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）
- (4) 担当者 内山佳美・西口孝雄

(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年度に流域1、平成28年度に流域2において森林整備を行った。森林整備の前後を通して流域スケールのモニタリング調査を継続することにより森林整備の効果や影響を把握する。

(6) 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、東京農工大学への受託研究により実施した。（詳細は、委託作業報告書参照）

ア. 水流出モニタリング

既設の観測システムによる気象・水文観測を継続し、降水量、流出量のデータを精査するとともに、特に平成28年度の森林整備の前後での水流出や土砂流出（濁度）等の変化を検証するための解析を行った。また、水収支の検証の一環として林内雨量や樹幹流量の測定を追加して行い、樹冠遮断量の精査を行った。

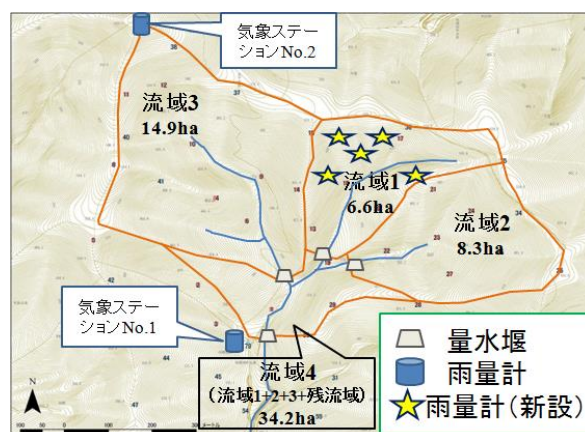


図1 貝沢（流域1～4）

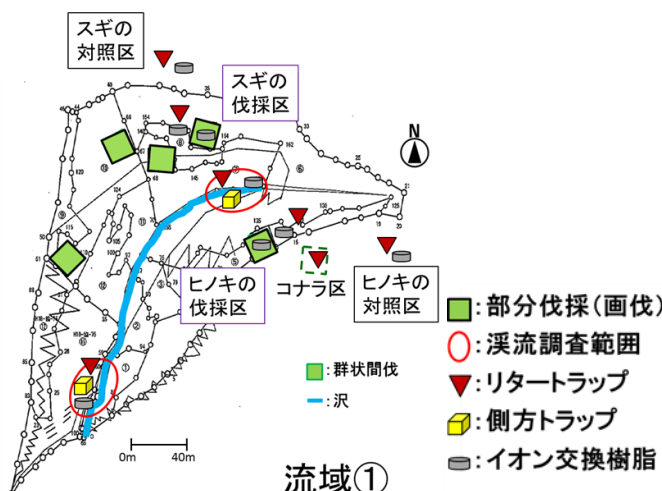


図2 H24の流域1の群状伐採か所と物質循環機構の測定地点（継続）

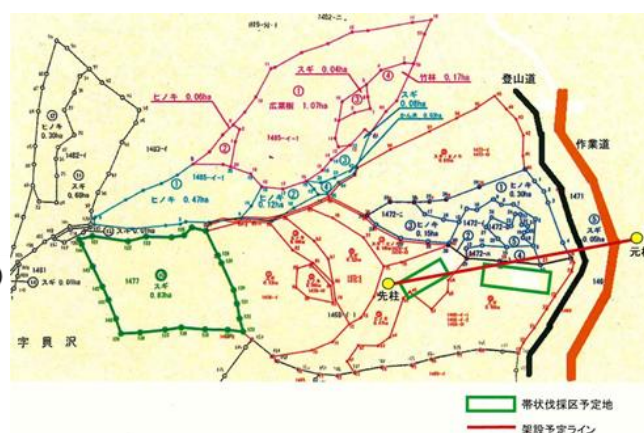


図3 H28の流域2の带状伐採か所（2か所）  
※物質循環機構の測定地点は带状伐採地

## イ. 物質循環機構

貝沢における森林施業と流域内の物質循環（主に窒素）の関係を把握するための各種モニタリングを継続した。調査項目は、リタートラップ等による上方・側方からの有機物採取、溪流内の堆積有機物の採取・分析、群状伐採地と間伐区、対照区等の地温測定、表層土壌の純窒素無機化・硝化量、土壌中の無機態窒素浸透移動、渓流水質測定等である。

平成 27 年度以降は特に斜面方位での違いを考慮し、同一斜面方位での針葉樹人工林への広葉樹混入による森林土壌の窒素動態への影響、および群状伐採が土壌の窒素動態に与える影響を把握し、通常の間伐施業地との窒素動態の比較を行った。

追加測定項目は、広葉樹率（ここでは A0 層の内、L 層を占める広葉樹リターの重量割合）、微生物バイオマス N、植生バイオマス N 等である。

## (7) 結果の概要

調査結果概要の一部は次のとおりである。（その他の結果や詳細は、受託研究報告書参照）

### ア. 水流出モニタリング

#### (ア) 貝沢試験地水収支・浮遊土砂流出観測

2017 年は春季と夏季に降水量が少なく、10 月に二つの台風が接近した。常時流量が比較的少ない傾向を示す流域 2 においては、春季、夏季において量水堰を越流しない流量となることがあった。また小流量時には量水堰からの少量の漏水も目立ち、量水堰の補修も行った。浮遊土砂量の変化はおおむね流量の大小と連動しており、各流域ともに降雨中において顕著に増量していた。

平成 28 年度に行った流域 2 の森林整備による流量等への影響を把握するにあたり、前述のとおり平成 29 年度はそのままのデータでの比較は難しく、観測を継続するとともに、樹幹遮断量の測定結果等も踏まえて総合的に検討する必要がある。

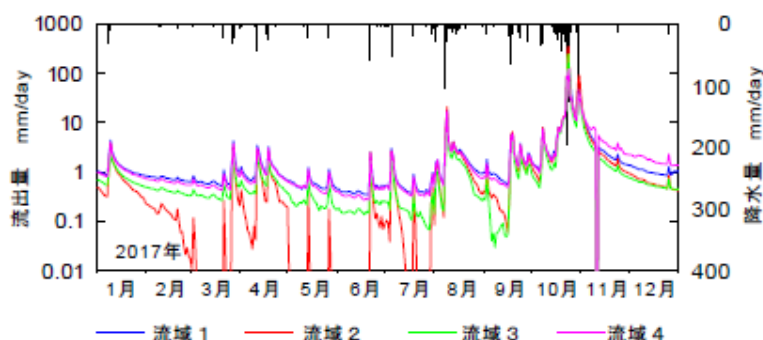


図 4 2017 年 1 月から 12 月のハイドロおよびハイトグラフ

#### (イ) 樹冠遮断量測定

人工林の間伐によって水収支のうちの特に樹冠遮断量に変化し、流量が変化することが予想される。これまで測定してきた立木密度（粗・密）の相違だけでなく、新たに巨木林、複層林のプロットを設定し、計 4 プロットで測定を行った。

その結果、複層林で最も樹冠通過雨率が大きく、変動係数も大きかった。複層林は立木密度が高いが、同じく立木密度が高い単層林の密プロットでは樹冠通過雨率は 4 プロット中最も低く、変動係数も小さかった。このことから立木密度が同程度であっても単層林と複層林では降雨動態が異なると言える。

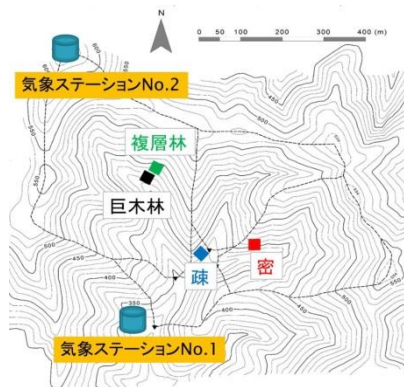


図 5 樹冠遮断量測定プロットの位置

表1 各プロットの概要

	疎	密	複層林			巨木林
			上層木	下層木	全体	
樹種	スギ	スギ	スギ	ヒノキ		ヒノキ
立木密度(本/ha)	489	1244	178	1422	1600	489
平均胸高直径(cm)	42	32	50	14	20	48
平均樹高 (m)	24.5	20.8	26.0	8.5	11.7	27.1
平均生枝下高 (m)	9.2	10.3	8.0	4.7	5.3	11.6
樹冠開空率(%)		0.1			1.5	12.5

(ウ) 物質循環機構

貝沢対照流域調査地の流域1において、年間を通して把握した土壌の窒素動態から、群状伐採・間伐や広葉樹混入の及ぼす影響の斜面方位と微地形による日射確率と土壌肥沃度を用いた要因解析を実施し、室内実験の検証を含め、伐採影響を事前に予測する可能性を考察した。さらに、土壌の窒素動態を流域1尾根付近に開設された作業路で調査し、流域2で形状の異なる群状伐採地で初期的な影響も把握した。その結果、土壌の全窒素、全炭素、平均含水率には地形的要因が影響しており、TWI である程度説明できること。その関係性は、森林の樹種構成や伐採の有無に関わらないことが明らかになった。このことから、DEM や一般的な気象情報があれば、そこから流域内の全窒素や SRI (日射指数：裸地における日射量の指標) が推定でき、ある程度、地点ごとの窒素無機化量のポテンシャルを広域的に推定できると考えられた。



図6 調査プロット

また、渓流水質に関しては、森林整備による顕著な濃度変化は流域1、流域2の整備の前後を通して特に見られない。

(8) 今後の課題

当面は平成28年度の整備の効果検証を継続するとともに平成24年度の整備効果と合わせて見解を整理していく必要がある。

今後も試験流域内では水源の森林づくり事業の目標林型に向けて繰り返し森林整備が行われていくことから、それに合わせてモニタリングも継続していき、定期的に整備が行われることや目標林型への誘導について有効性を検証していく必要がある。

基本的なモニタリングを継続しながら、当該地域の水流出機構や水質形成機構について明らかにし、当該地域の水源林整備に反映させる必要がある。

(9) 成果の発表

金澤悠花ほか (2014) 群状伐採施業が流域の水収支・流出特性・土砂流出に与える影響、第125回日本森林学会大会。

白木克繁ほか (2013) 貝沢試験流域における隣接する三流域の降雨流出特性と浮遊土砂動態、神奈川県自然環境保全センター報告、10:81-89。

辻千智ほか (2013) 神奈川県の貝沢試験流域における窒素動態特性、神奈川県自然環境保全センター報告、10:91-99。

## (2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

### A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ad. ヌタノ沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成 19～33 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）
- (4) 担当者 内山佳美・西口孝雄・横山尚秀・大平充・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。ヌタノ沢試験流域においては、平成26年4月にA沢全体を囲む植生保護柵が完成し、以降は対策を実施していないB沢を対照区としてA沢における下層植生回復と水や土砂の流出の変化を検証するため各種測定を行う。

#### (6) 方法

既存の観測システムによる水文観測などモニタリング調査を継続した。

##### ア. 気象・水文観測

既存の観測システムによる常時観測（気象1地点、水文2地点）を継続した。加えて、A沢の量水堰の上流と下流の計2地点にロガー式水位計、A沢およびB沢の各量水堰の潜水部にECメータを設置し、常時観測と同様に10分間隔でデータを取得した。

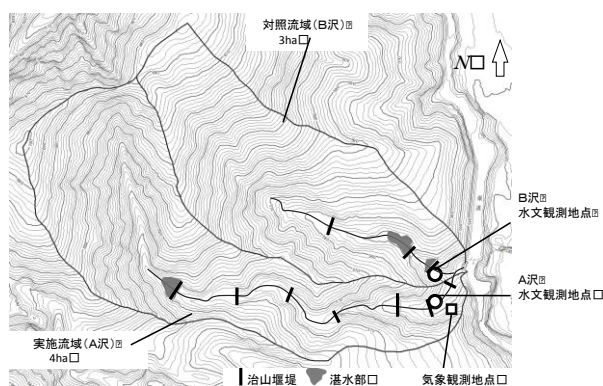


図1 ヌタノ沢試験流域

##### イ. 流域内の植生被覆等調査

既存の11箇所の立木プロット（10×10m）において、夏季（8～9月）及び落葉後（12月）に、各プロット1m四方のコードラート5箇所（または3箇所）の林床合計被覆率測定を行った。また、夏季の流域内の林床被覆の分布について、流域内の踏査により調査した。

#### (7) 結果の概要

##### ア. 水文観測結果

2017年8月7日の台風5号による出水の際にA沢量水堰の整流板が破損し、修繕が完了するまでの間（8月12日～23日）堰の水を抜いていたため、流量は欠測となった。2017年（1～12月）の年間降水量は2001.5mmであり、年間流出量はA沢が484.0mm（欠測期間を除く）、B沢が1375.6mmであった。特に、春季から8月上旬までの降雨が少なくA沢の水枯れの期間が長かった。

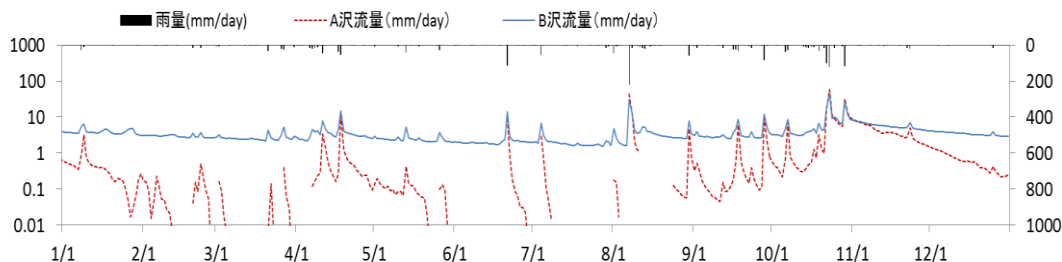


図2 ヌタノ沢のハイドログラフ（2017.1～12）

イ. 濁度の経年変化

流域内の下層植生の回復によって降雨の際の地表流発生に伴う濁度の流出が減少すると予想されることから、A沢における植生保護柵設置前の2011～2013年と設置後の2014年以降の濁度発生事例について経年変化を調べた。特に、出水時のピーク濁度に注目したところ、柵設置前はB沢よりもA沢のほうがピーク濁度が大きい事例が多かったが、柵設置後は、A沢のほうがB沢を下回る事例が多かった。また、夏季（7～9月）の濁水発生事例について、ピーク流量とピーク濁度の関係を見たとところ、A沢では、特にピーク流量50ℓ/s以下の時に同程度のピーク流量でも柵設置前より柵設置後のほうがピーク濁度の値が低い傾向が見られた。

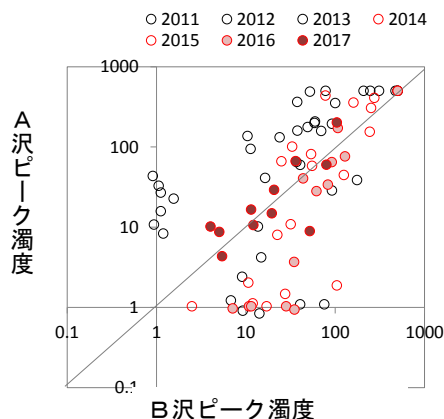


図3 A沢とB沢のピーク濁度の関係  
※単位：ホルマジン度

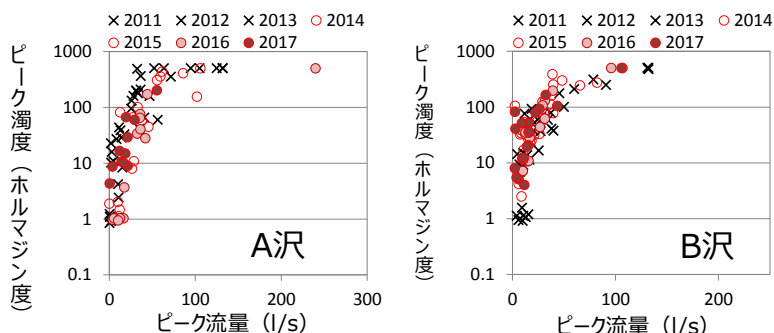


図4 ピーク流量とピーク濁度の関係（夏季のみ）

ウ. 既存立木プロット等における植生被覆等調査

2017年は梅雨期の降水量が少なかったが、植生保護柵を設置したA沢流域は、昨年までの下層植生回復箇所とその周辺で下層植生が一層増加した。

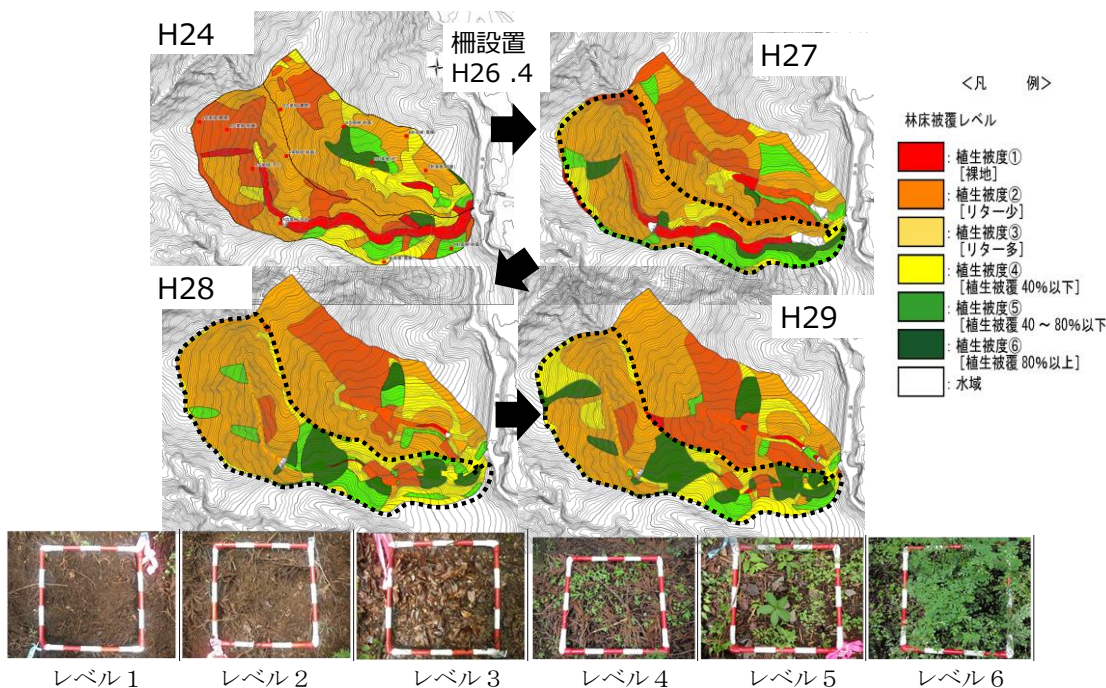


図5 下層植生の被覆レベルの分布変化

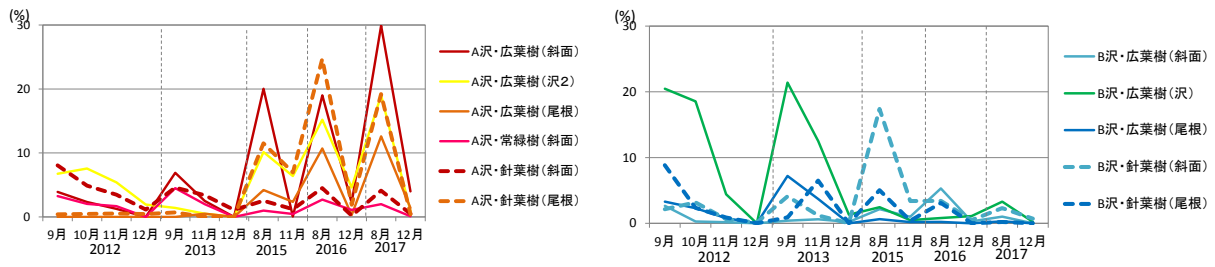


図6 既往の立木プロットにおける林床合計被覆率の推移  
 ※各プロット1m×1mのコドラート5箇所（または3箇所）の平均値

エ. 水質（硝酸態窒素濃度）の経年変化

植生保護柵を設置したA沢では、増加した下層植生による硝酸態窒素吸収の効果によって、流域内で窒素分がより多く消費されて下流に流出する窒素濃度が減少すると予想される。そこで、植生保護柵を設置した2014年4月の前後を通して平水時の渓流水の硝酸態窒素濃度の経年変化を把握した。2017年の夏季までは少雨傾向であり、A沢が枯れることが多かったため、比較的流量の安定した場合の比較も確認する必要がある。

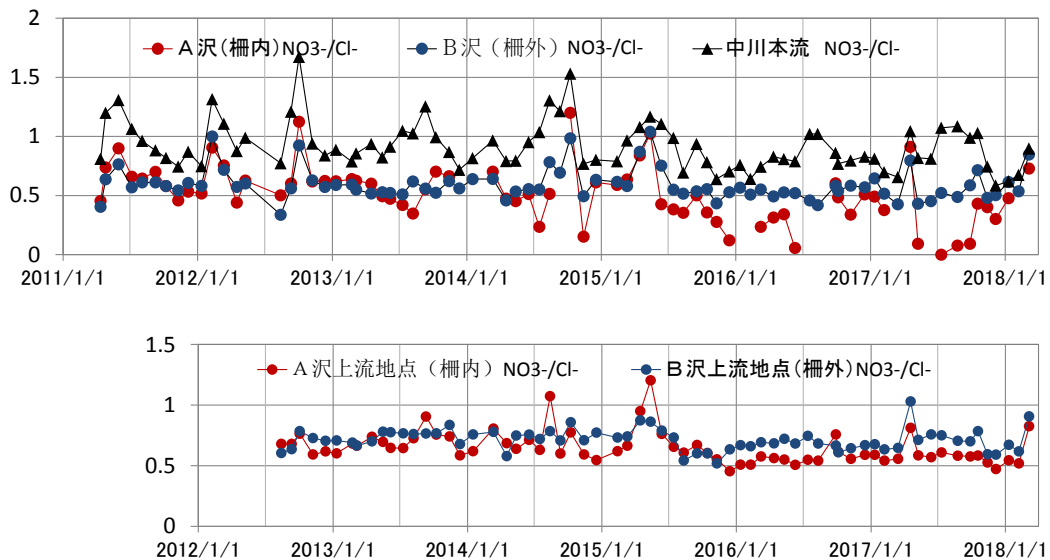


図7 水質（NO3-）の柵内外の時系列変化の比較

(8) 今後の課題

検証の筋書き（仮説）に従って植生保護柵設置後の水や土砂の流出の変化を継続して把握する必要がある。また、植生保護柵を設置したA沢の流域内の植生回復に伴い、詳細な植生調査も定期的に継続する必要がある。

(9) 成果の発表

内山佳美ほか（2018）西丹沢ヌタノ沢における濁度計による浮遊土砂観測結果，神奈川県自然環境保全センター報告，15：29-35.

内山佳美ほか（2015）西丹沢ヌタノ沢の流出特性，神奈川県自然環境保全センター報告，13：39-47.

横山尚秀ほか（2013）西丹沢ヌタノ沢の水文地質と流出状況，神奈川県自然環境保全センター報告，10：101-113.

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ae. フチヂリ沢モニタリング調査
- (2) 研究期間 平成19～33年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）
- (4) 担当者 内山佳美・西口孝雄・横山尚秀・三橋正敏

(5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、森林整備などの事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、対照流域法等の手法を用いてモニタリング調査を行う。そのため、森林整備などの操作を行う前に、実験流域と対照流域の自然条件についての類似性や各々の特色について現状での流域特性として把握し、森林の操作後に比較できるようにデータを整備しておく必要がある。また、県内4箇所に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モニタリング調査を行った。

(6) 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、アジア航測（株）が受託して実施した。（詳細は、委託報告書参照。）

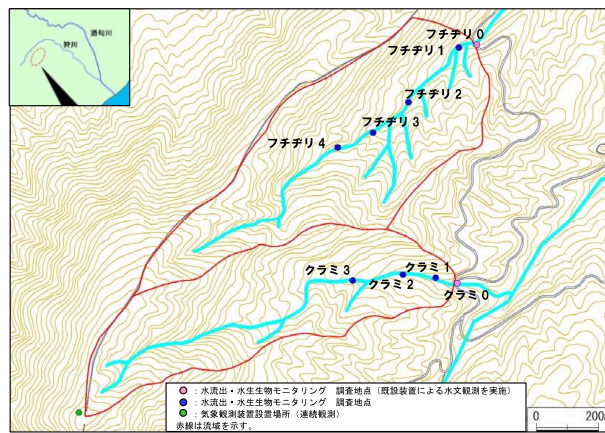


図1 調査地点

ア. 水流出調査

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

水質分析は、月1回（全7回）の調査のうち、夏季（8月）、冬季（12月）については、全9地点で水質分析用サンプルを採取し、下記項目の分析を行った。



(ア) 水素イオン濃度 (pH)、(イ) 電気伝導率、(ウ) カルシウムイオン、(エ) カリウムイオン、(オ) ナトリウムイオン、(カ) マグネシウムイオン、(キ) 塩化物イオン、(ク) 硝酸イオン、(ケ) 硫酸イオン、(コ) アンモニアイオン

イ. 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。

(7) 結果の概要

主な調査結果は次のとおり。(調査結果全体は、委託報告書参照)

ア. 降水量

平成 29 年 (2017 年) 1~12 月の降水量は、2401.5mm であり、月別にみると台風の影響で 10 月の降水量が 754mm と極端に多い一方、6、11、12 月は例年と比べて少雨であった。年降水量を他の試験流域等と比較すると、これまでの傾向と同様に、大洞沢に次ぐ降水量であった。

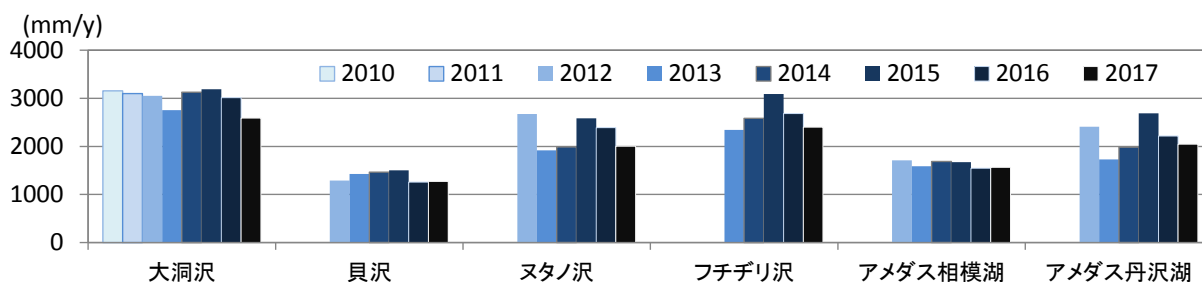


図 2 年降水量の推移 (各試験流域と近傍のアメダス)

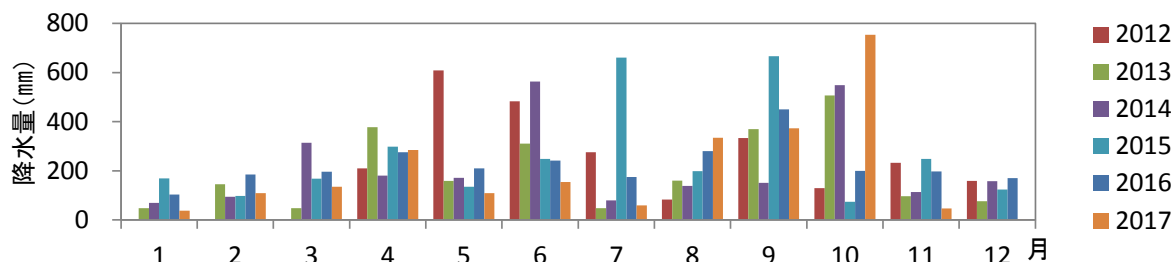


図 3 月別降水量 (2012. 4-2016. 12)

イ. 流量観測

8、10、12、2 月の全 4 回に渡り 9 地点における流量観測を行った。4 回のうち 10 月に流量が最も大きくなった (クラミ 0 で約 0.025m/s、フチヂリ 0 で約 0.042 m/s)。まとまった降雨の予想された 11 月 18 日に出水時の流量測定を実施したが、ほとんど降雨がなかった。

今年度の流量測定結果は、平成 28 年度の H-Q 式作成時のデータのばらつきの範囲内にあった。

ウ. H-Q 曲線の検討

これまでの換算式を再確認し、特にロガー電圧 (x) から水位 (y) への変換式について、メーカーにより示された式の係数 1.25 を用いて今年度の測定値に合うように定数項を求め、クラミ 0 :  $y = 1.25(x - 1) - 0.032$ 、フチヂリ 0 :  $y = 1.25(x - 1) + 0.172$  を得た。

クラミ 0・フチヂリ 0 の流量の変化を平成 28 年度の H-Q 式を用いて計算し、降水量とともに整理して月ごとのグラフに表した。平常時の流量はフチヂリ 0 のほうが大きい、降雨への応答 (ピーク後の減水の速さ、急な降雨時のピークの高さ) はクラミ沢のほうが敏感である傾向がみられた。

エ. 平水時の水質の経年変化

夏季及び冬季の平水時の渓流水水質分析を行うとともに、経年変化について確認した。全体にフチヂリ沢のほうが溶存成分濃度が高く、各流域内では下流側の方が高く、夏季の方が高い値を示す傾向がみられた。

#### オ. 土砂流出調査

8月下旬の土砂流出調査の結果、昨年度の状況とほとんど変化が認められなかった。クラミ沢の2箇所において溪岸の倒木が見られたが、崩壊によるものではなく根本の表層土壌の侵食によるものと考えられた。

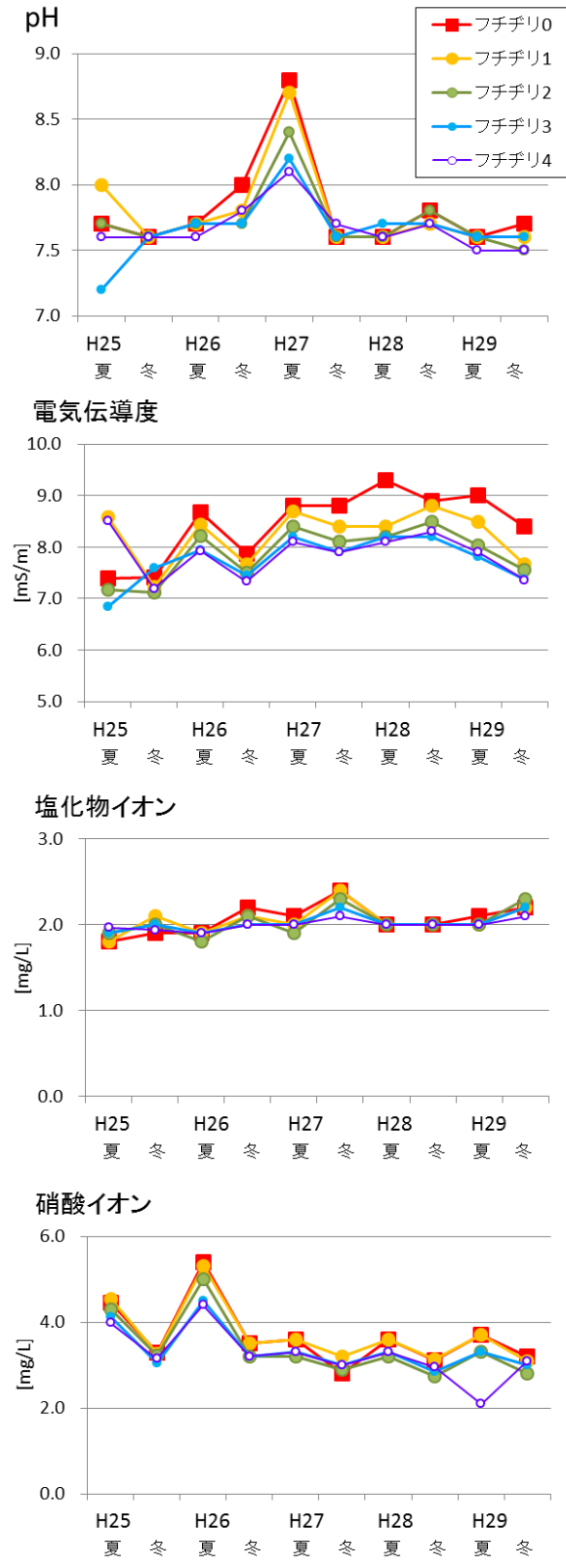
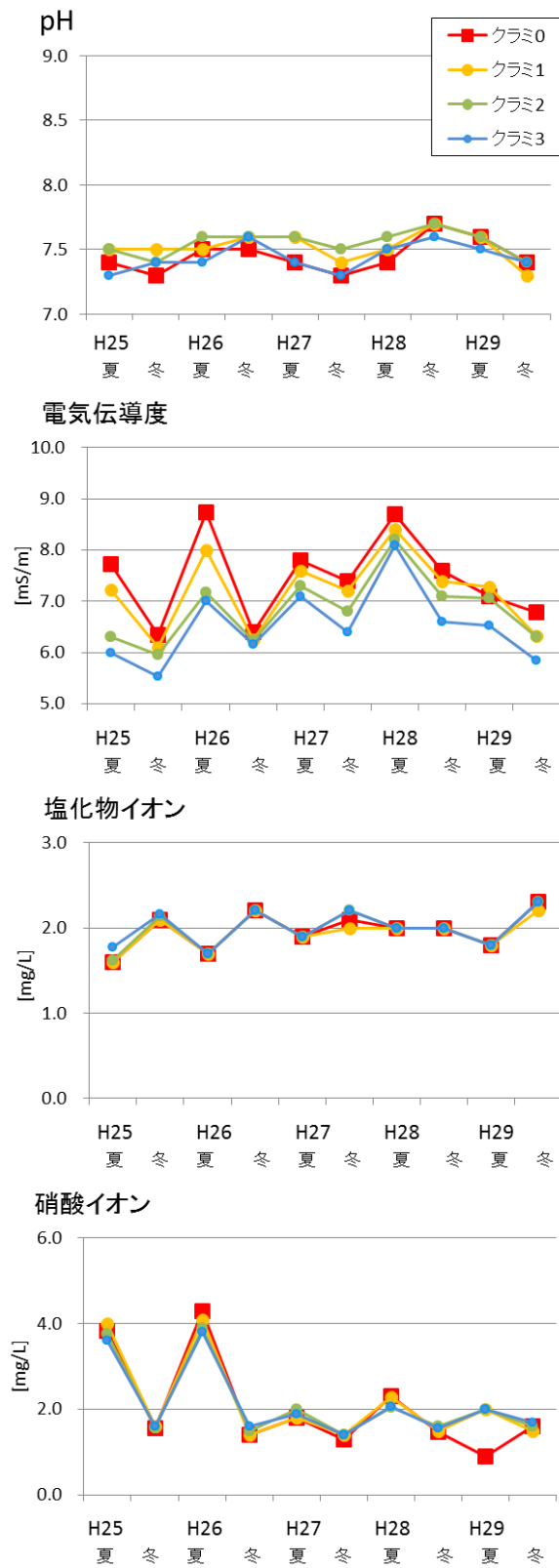


図4 水質の経年変化(1) 左：クラミ沢 右：フチチリ沢

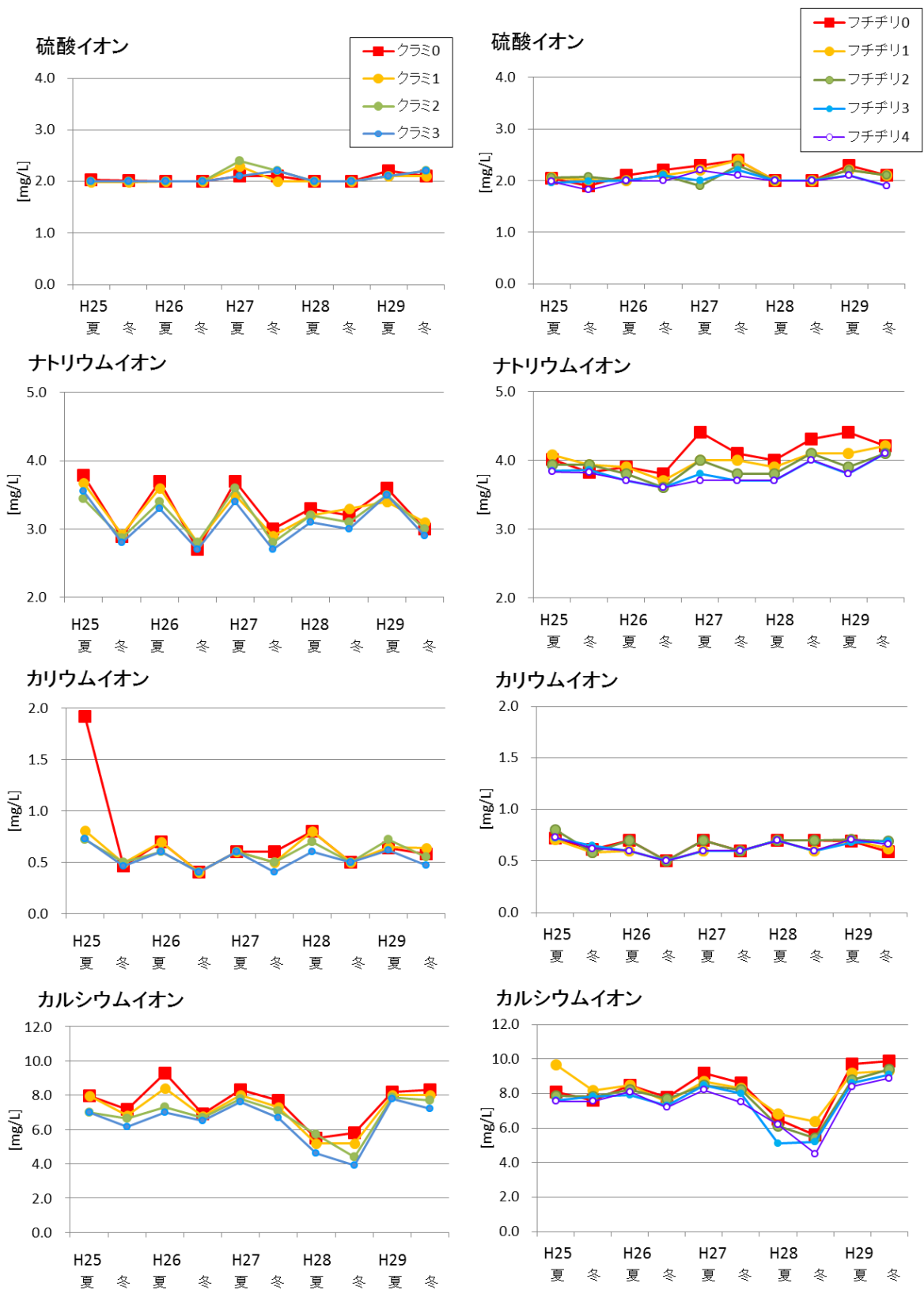


図5 水質の経年変化(2) 左：クラミ沢 右：フチチリ沢

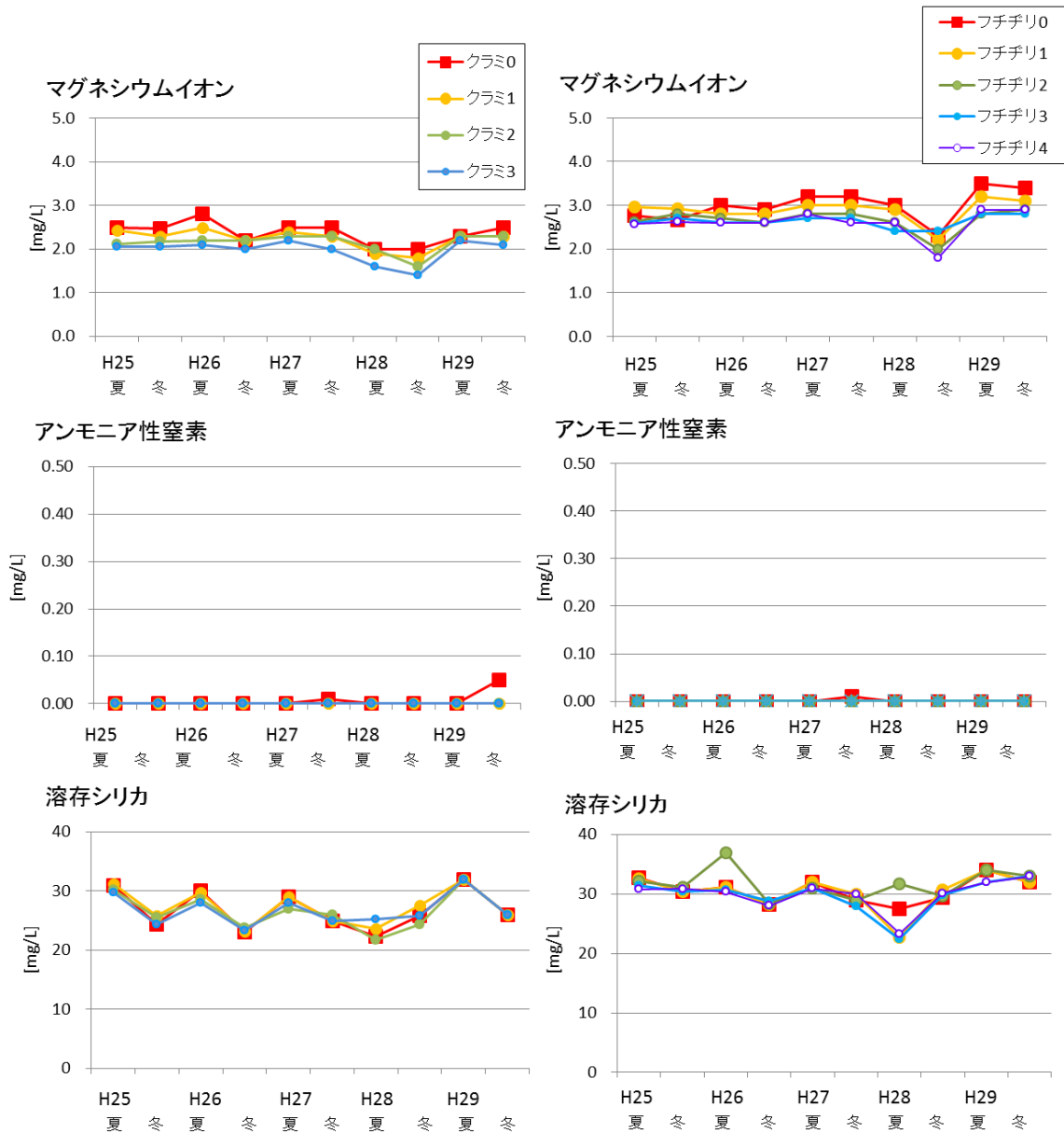


図6 水質の経年変化(3) 左：クラミ沢 右：フチヂリ沢

### (8) 今後の課題

平成24年度以降の連続観測により、着実にデータが蓄積されており、水位流量換算式も整理されつつあることから、水収支をはじめ流出特性を検討するための各種解析を行う必要がある。

これまでも低水位時の流量データの精度が低いことが認識されていたが、複数年の実測データを用いた検討により、河道断面形状の変化による影響もあることがわかったため、今後も台風等の出水の時点で水位流量換算式をつくりなおすなどの対応が必要である。

フチヂリ沢試験流域は、土地は公的管理地であるが、水源の確保地、承継分収林、官行造林地など、複数の形態によって管理されているため、対照流域試験における操作実験のシナリオについて調整していく必要がある。当該試験流域にふさわしい実験計画を検討するにあたっては、流域の水文特性などの自然条件も重要であることから、それらを早い段階で把握していく必要がある。

### (9) 成果の発表

なし

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

(1) 課題名 Af. 水循環基礎調査（水循環基礎調査(1)—2017年度に実施した水文調査結果（一流量および地下水頭—）

(2) 研究期間 平成25年度～

(3) 予算区分 県単

(4) 担当者 横山尚秀・内山佳美・三橋正敏・大平 充

(5) 目的

森林水環境モニタリング調査の一環として、かながわ水源エリア内に設置した4試験流域で、森林管理の一環として行っている植生保護柵設置や間伐など、施業開前後の水環境への変化を調査している。本調査では、試験流域の流出と地下水への中長期的な影響を把握するため、これらを継続的に観測調査し、流域毎に特徴を把握し、中長期的な変化の確認を進める。本報告は、2017年の4試験流域で行った流量と地下水の観測結果を取りまとめ報告する。

(6) 方法

流域の植生変化は緩慢で、流況や地下水頭への影響の出現を解析し、確認するためには、中長期に亘る観測データから、気象による影響、さらに流域特性の影響を踏まえて行う必要がある。そこで、各試験流域のモニタリング調査結果の中から流域末端の量水堰で実施している流量、流域内に設置した地下水頭観測結果について報告する。

表1 調査地

試験流域名	面積	地形・地質	調査地点
1. 大洞沢	56.3ha	山地 第三紀凝灰岩	量水堰 No.1 観測井 B1、B2
2. 貝沢	86.4	山地 中生代・古第三紀頁岩	量水堰No.4、No.5
3. ヌタノ沢	7.0	山地 石英閃緑岩	量水堰 A 沢、B 沢 観測井
4. クラミ沢 ・フチジリ沢	33.8 42.3	箱根火山外輪山 火山噴出物	堰越流水位 観測井
観測井：深度 50m、スクリーンは最深部に 5m、水位は圧力センサー出力をロガー記録			



図1 かながわ水源エリアと試験流域の位置

(7) 結果の概要

ア. 流量及び地下水頭の観測結果

(ア) 大洞沢

大洞沢の地下水観測井 B1、B2 (図 2-2) の地下水頭観測結果を図 2-1 に、量水堰 No. 1 (図 2-2) の流量観測結果を図 2-3 に示した。観測結果では、早春に最低を記録し、春期の低気圧や夏・秋の台風接近による多雨に対応して上昇・下降を繰り返し、秋期に最高となる年間変化が観測され

ている。地下水観測井では B1、B2 共に年間変動量は 3m 余りで、10 月末に年間最高水位を観測した。また、谷底にあって地下水位が約 4m と浅い B1 観測井の方が、斜面にあって地下水位が 23m 程度と深い B2 観測井より降雨に対して敏感に上昇し、雨後速やかに低減する変化が観測されている。大洞沢の下流にある No. 1 の流量は、冬期、さらに夏期の小雨期に小流量を記録した。流量は、地下水と同様に降雨イベントに対応して増減する。特記事項は、10 月下旬の台風 21 号通過による大雨の出水で今年最大の流量を観測し、堰に洪水時に多量の土砂を堆積した。このため、出水後の観測精度が落ちてしまった。なお、これらの観測地点の他に、対照流域となっている No. 3 および No. 5 で観測調査しているが、本報告から除外した。

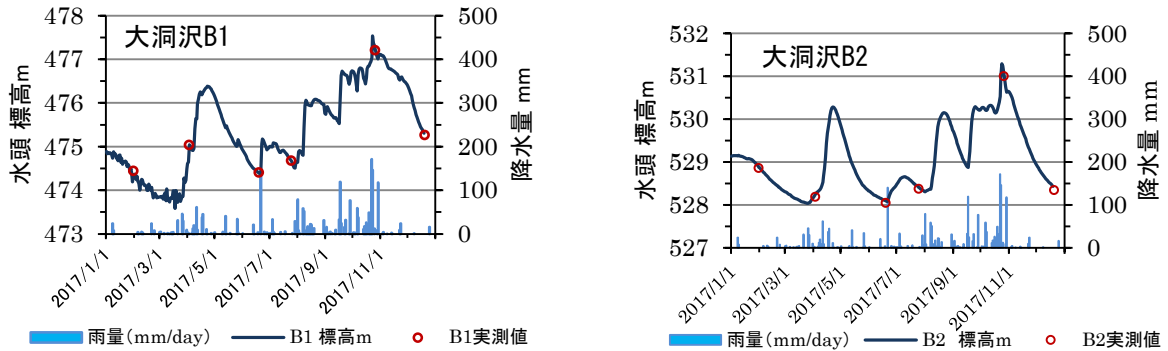


図 2-1 大洞沢地下水観測井の観測結果(左図 B1:右図 B2、標高 m)

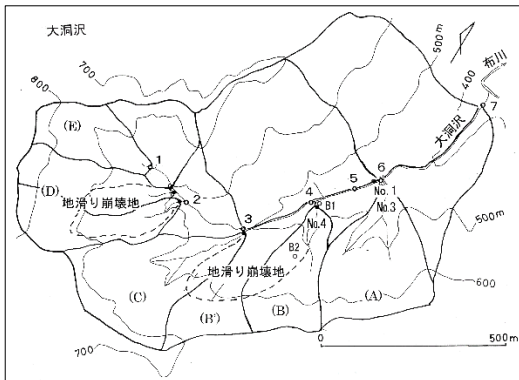


図 2-2 大洞沢の観測井および流量調査地点

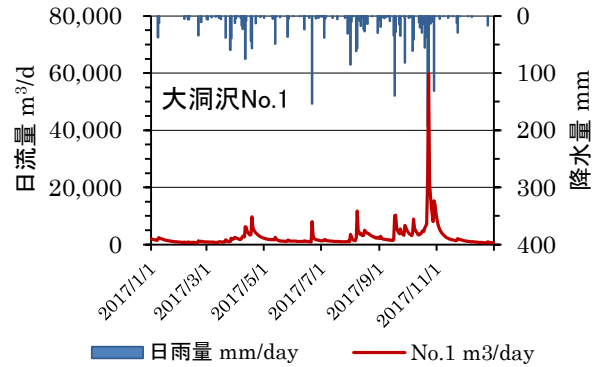


図 2-3 No.1 の流量観測結果(日量 m³/日)

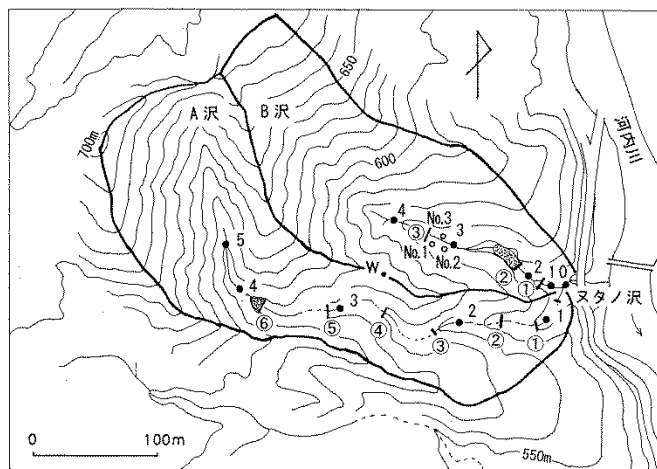
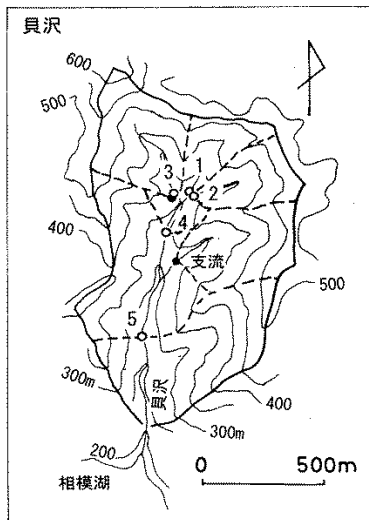


図 3 貝沢(左図)およびヌタノ沢(右図)の調査地点

(イ) 貝沢

貝沢(図3左図)の5ヶ所の量水堰で観測調査を行っている。これらの内、中流部で各対照流域からの流水が合流した後のNo.4と下流部のNo.5(当所の水位観測値と実測値を基に換算)の流量観測結果を、それぞれ図4に並べて示した。両観測結果共に降雨イベントに対応して増減を繰り返している。そして、出水時を除くと、No.5の流量はNo.4の1.2~2倍程度である。なお、2017年10月末の台風時の300mmを超える大雨で、量水堰を乗り越える出水があった。このため、ピーク流量とその直後が欠測となり、さらに堰の土砂堆積により観測精度が落ちてしまった。

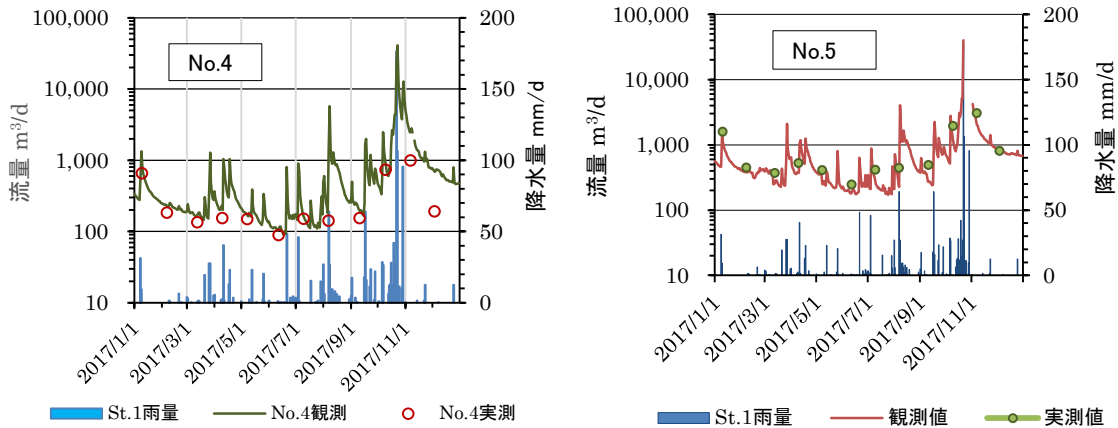


図4 貝沢の流量観測結果(左図:No.4、右図:No.5)

(ウ) ヌタノ沢

ヌタノ沢の観測地点を図3(右図)に示す。地下水観測井はA沢とB沢を区分する尾根上にある。地下水頭観測結果とA沢およびB沢の量水堰の流量観測結果を図5に示した。観測井はA沢とB沢の間の細尾根上に設置されており、地下水位は地表から23m程度にあって、水頭の位置は両沢の谷底の中間標高に相当する。そして、降雨イベントと同時に水位上昇し、雨後直ぐに低下を始める。2017年は8月1日に最も低く、10月23日に最高値を記録した。年間変動量は5mであった。一方、流量はA沢とB沢の流況の差が顕著であった。平常時のA沢の流量はB沢より少なく、降水量が多くなった8月以前はA沢の堰の越流がなくなる期間があった。しかし、8月や10月の台風接近時の大雨時には、A沢のピーク流量がB沢より多くなっている。一方、B沢の流量は通年安定しており、年間を通じて途中の堰越流が無くなることはない。

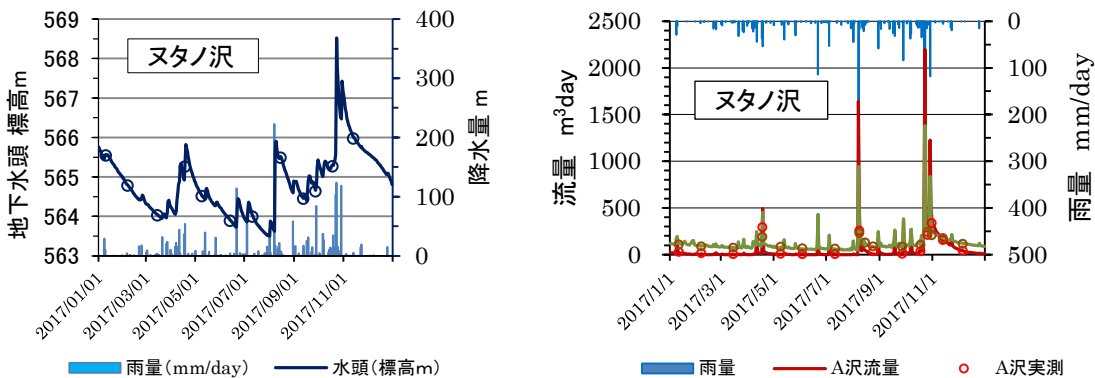


図5 ヌタノ沢の地下水頭観測結果(左図)とA沢・B沢の流量観測結果(右図)



(エ) クラミ沢・フチジリ沢

クラミ沢・フチジリ沢の地下水観測井で地下水頭観測結果と、両沢の末端（定点（No.6））の流量観測結果を図7に示した。それぞれの観測地点を図6に示した。なお、流量は毎月行っている実測結果を、地下水頭は自記記録と実測値を併せて示した。

平常時の流量は、流域が隣接しながら、フチジリ沢よりクラミ沢の方が年間を通して流量が少ない。しかし、クラミ沢の流量低減時の観測精度を向上させる必要があり、流路を狭隘化するなど、対応を試みている。両流域の洪水時のピーク流量を比較すると、クラミ沢の方が多くなる時期がある。直接流出に係る流域特性に差があることを示していて、更なる水文地質調査が必要である。観測結果を基に算出した流量の近似直線とその式を図上に示したが、年降水量の減少傾向に対し、両沢の流量はほぼ横ばいで、安定している。

例年の観測井の地下水位は、地表面から35m程にあつて、年間変動量は数10cm程度であった。しかし、2017年の6月下旬になって水位が急に上昇を開始し、浅くなった。10月には6月初めに比べ10mほど上昇し、2018年に入っても上昇したままで、降雨に伴う変化をしながら、横ばい変化を続けている。水位変化に降雨の影響も認められるようになった。このため、水位計の圧力センサーの位置を10m上昇させ、現況に対応した。今のところ、地下水水位上昇の原因は不明であるが、掘削時の井戸の水位変化の特徴は大きく変わってしまった。

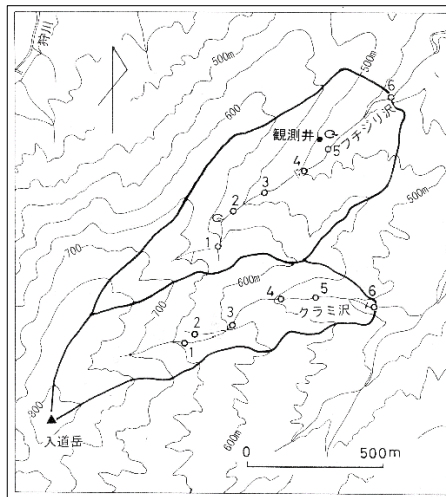


図6 クラミ沢・フチジリ沢の調査地点

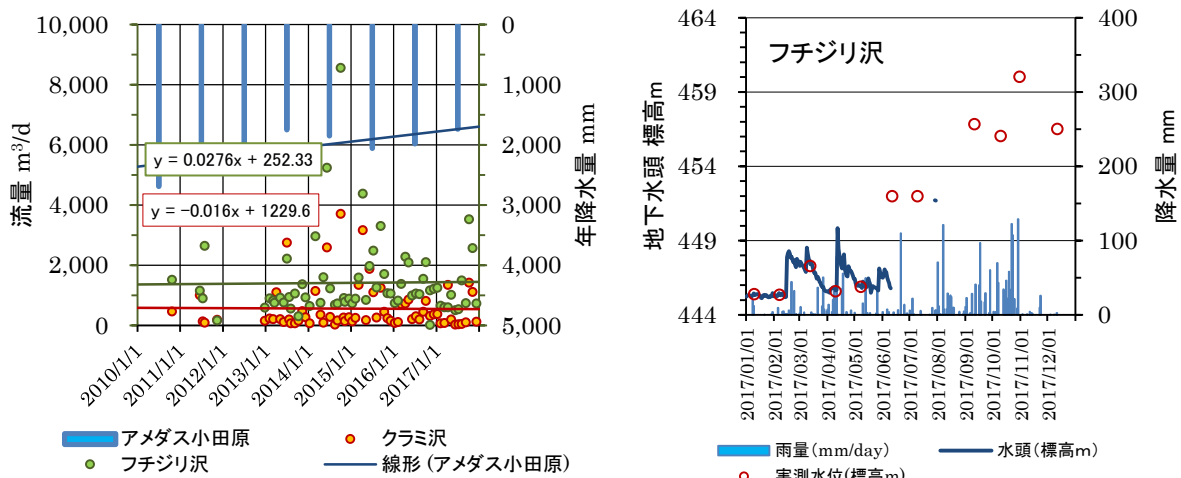


図7 クラミ沢・フチジリ沢の地下水観測井観測結果（右図）と流量観測結果（左図）

ア. 地下水頭および流量の経年変化

ここに報告した観測結果は、大洞沢および貝沢では、対照流域を含む流域全体の状況を表し、ヌタノ沢（A 沢、B 沢）およびクラミ沢・フチジリ沢では、隣接する対照流域あるいは調査流域の状況を示している。それぞれ、森林管理に伴う流量と地下水頭について継続的に追跡調査している。

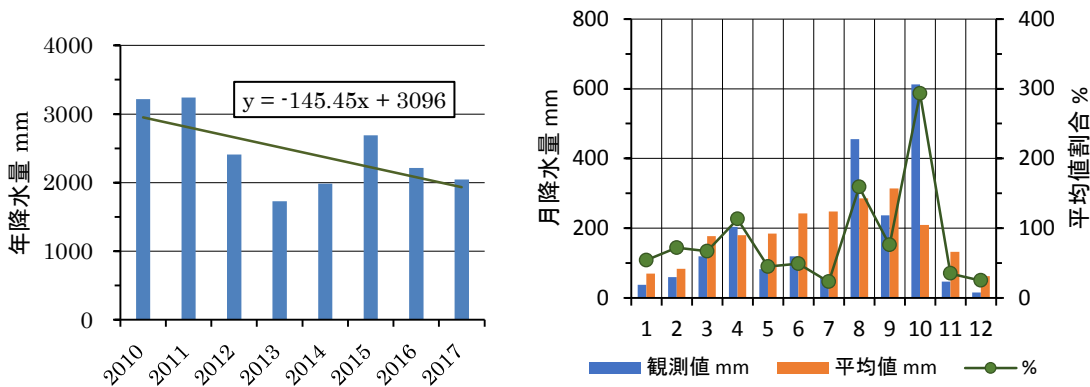


図 8 アメダス丹沢湖の年降水量(2010-2017 年:左図)および 2017 年の月降水量(右図:mm)

これらの流域で、中長期的な水環境変化の動向をモニタリングする上で、かん養源である降水量の多少が影響を考慮する必要がある。図 8 に 2010 年以降のアメダス丹沢湖の年降水量変動と 2017 年の月降水量を示したが、8 年間で約 2 倍も変化している。アメダス丹沢湖の降水量は、1729～3214mm と変動が大きく、2017 年の月間降水量でも 8 月、10 月の多雨が際立っている。このように、変動が激しい中で流域の流量・流況の中長期的変動傾向を確認することは困難となっているが、これまでに行ってきた 5～8 年間の流量実測結果について、前述したクラミ沢・フチジリ沢（図 7 左図）を除き、大洞沢、貝沢およびヌタノ沢を図 9 と図 10 に取りまとめた。

大洞沢の 2011 年から 2017 年までの上流から下流に至る流程の流量観測結果（図 9）をみると、年次、時期によって、流量と比流量共に大きく変動している。例えば、2013 年と 2014 年の 9 月の流量を比較すると（図 9 左図）、2013 年夏は夏期の少雨で、主供給源の上下崩壊地の湧水が著しく減少した影響が顕著となった。年間の比流量変動（図 9 右図）でも同様の傾向が読み取れる。

貝沢の流量の経年変化を図 10 左図に示した。図上に画かれた近似直線（近似式）が示すように、降水量は水平であるが、No. 4（上流）および No. 5（下流）共に緩やかな減少傾向であった。ただ

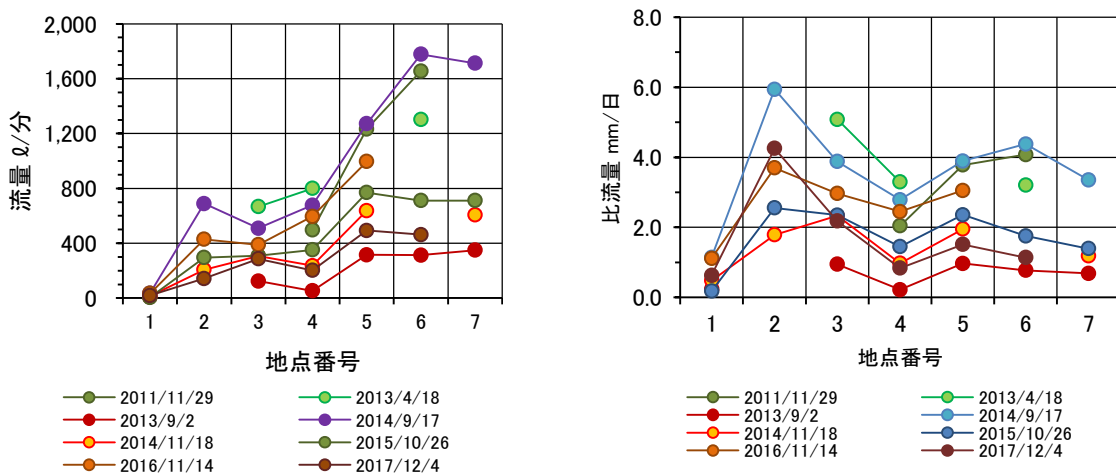


図 9 大洞沢の 2011 年～2017 年の流量観測結果（左図：流量、右図：比流量）

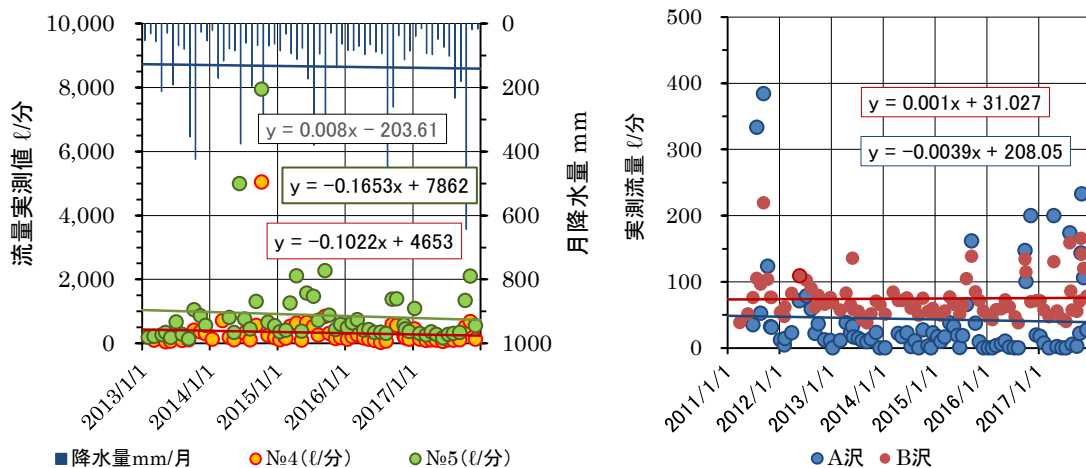


図 10 貝沢(左図)およびヌタノ沢(右図)の流量実測結果(ℓ/分)

し、2017年は秋期に接近した台風による大雨があったため、積越流と土砂堆積があった。このため、欠測せざるを得ず、洪水の影響を反映していない。したがって、貝沢の流量については、2018年後半の観測結果の再計算を行い、解析を進める予定である。

ヌタノ沢の5年間の動向は図10右図のとおりであった。図中に近似直線と直線近似式を示したが、A沢とB沢の近似直線は、共に水平に近く、流量は中長期的な変化無く、同様な傾向が認められる。しかしながら、観測当初に多量湧出していたA沢の源頭湧水が、現在は多雨時に一時的に復活するだけとなっており、降雨の多少を踏まえ、継続的に監視していく必要がある。

## (8) 今後の課題

間伐やシカ柵設置など流域管理の効果が中長期的な観測結果から把握する上で、流量が降水量および降り方に大きく影響されている。したがって、降雨の年変動の影響を踏まえて、どのように観測結果から効果を確認するかが課題である。流出には、降雨直後の直接流出と、それに引き続く基底流出があり、それぞれの流出の中から効果を抽出する必要があるが、観測精度を維持しながらデータ解析しなければならない。最近の激しい気象が発生する中で、観測施設の保守管理に努め、僅かな影響を把握していくため、シミュレーションによるモデル解析を併せて行っていくことも必要である。

## (9) 成果の公表

なし

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ag. 水循環基礎調査（水循環基礎調査(2)—2017年度に実施した流程における流量、一般水質および安定同位体比の観測結果—）
- (2) 研究期間 平成25年度～
- (3) 予算区分 県単
- (4) 担当者 横山尚秀・内山佳美・三橋正敏・大平 充・丸山範明・島田武憲

(5) 目的

水環境モニタリング調査（水文関連）では、かながわ水源エリア内に設置した4試験流域で、植生保護柵設置や間伐などの森林管理下における森林環境の変化とこれに起因する水循環影響に係る基礎データの収集、解析を行う。観測調査は、試験流域に気象観測機器や量水堰などの施設で水文観測を行っている。そして、毎月の観測機器保守に加え、補足調査として秋の渇水期に4流域で一斉調査を行い、流程での流量、一般水質および安定同位体比を調査している。本報告は、試験流域の流程の水文調査結果を取りまとめた。地下水流出が卓越する渇水期に、流程での渓流水の増減と水質変化を明らかにし、この期の流域の水循環機構を広域的かつ中長期的に把握することを目的としている。

(6) 方法

表1 試験流域の観測地点

流域名	面積 ha	地形・地質	観測施設の位置	渓流水の主水源
大洞沢	56.3	急峻山地、第三紀凝灰岩	量水堰：崩壊地（No. 3・4）及び本流（No. 1）	尾根下湧水、崩壊地湧水
貝沢	86.4	急峻山地、中生代・古第三紀頁岩	量水堰：上流3流域、本流中下流（No. 1～5）	尾根下湧水
ヌタノ沢	A:3.9 B:3.0	急峻山地、閃緑岩	量水堰：A沢・B沢最下流部	基盤湧水
クラミ沢 ・フチジリ沢	33.8 42.3	箱根火山外輪山	流速断面法：流域最下流部	溶岩帯下湧水

表1に示すように、中長期的な水文モニタリング調査として、4試験流域で量水堰の越流水位や溪流の水位を連続観測し、水位－流量の関係式を用いて流量を算定している。さらに、同所で水温、電気伝導度、pH、濁度等のセンサーを設置してこれらを連続観測する。そして、毎月の保守点検時に流量実測と水位ゲージ読みの確認を行うと共に、渓流水を採取し、陰イオン（Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）、陽イオン（K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>）および安定同位体比（ $\delta^{18}O$ 、D）を分析調査している。また、補足調査として、年1度渇水期（秋期）に各流域で、源頭部から流域下端まで、溪流の水文地質の踏査を行いながら、地点数カ所を定め、それぞれの地点で流量、水質等の水文調査を行い、流程、すなわち上流から下流に至る広域的な実態把握を行う。

水質分析は、一般項目（陽・陰イオン）を実験室にてイオンクロマト法で行い、安定同位体比は分析機関に外部委託して行った。調査結果を流域毎に流程の状況を図表に取りまとめ、新旧データを同一図上で比較分析し、特徴および異同の把握を行う。

## (7) 結果の概要

### ア. 大洞沢の流程調査結果

2017年12月に行った大洞沢（図1-1）の流程調査結果から、現地調査結果を図1-2に示した。上下崩壊地前後で水温の上昇—低下と流量の増加が観測され、湧出した高温地下水の流入と、冬期の低温による水温低下が確認された。過去5年間の流量（図1-3）と水温（1-4）の状況によると、流量が多かった2016年と極端に流量が非常に少なくなった2013年を除くと、No.4のところで流量減少と水温低下が生じており、流量—気温—水温の因果関係が認められた。

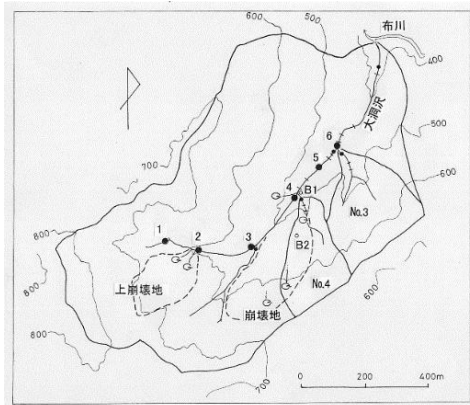


図1-1 大洞沢の調査地点

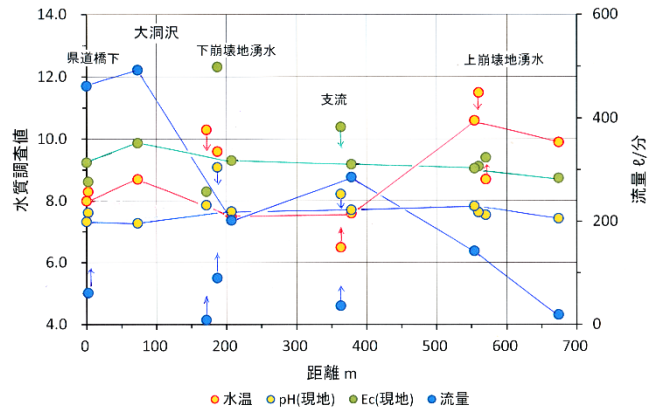


図1-2 大洞沢流程の現地調査結果

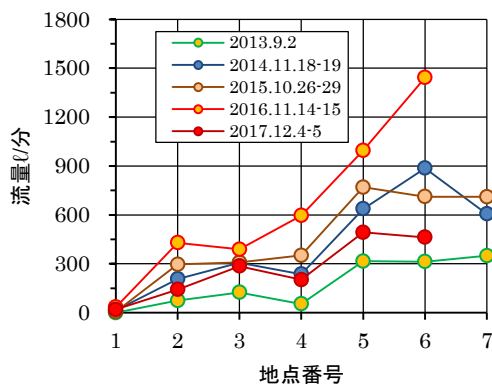


図1-3 大洞沢の5年間の流量調査結果

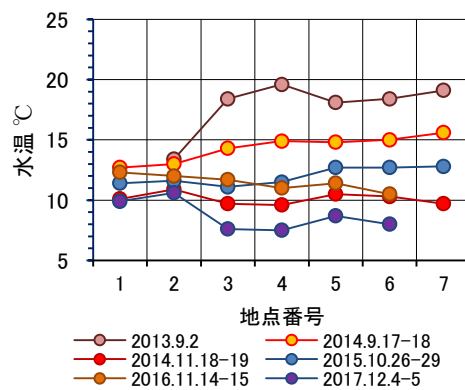


図1-4 大洞沢の5年間の水温調査結果

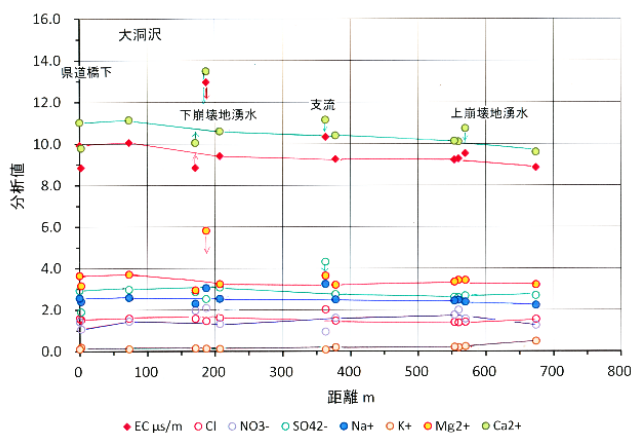


図1-5 大洞沢の2017年12月の流程の水質

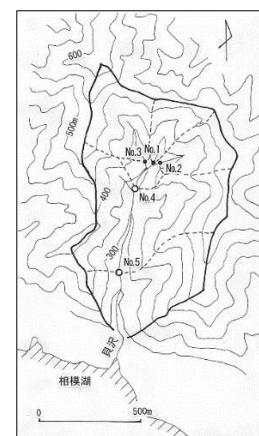


図2-1 貝沢の調査地点

一方、水質分析結果（図 1-5）には、渓流水は上流～下流の崩壊地流入後に電気電導度（Ec）および  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  が増加している。

### イ. 貝沢の流程調査結果

貝沢（図 2-1）では、対照流域 No. 1～3 の流水が集まり、合流した流水を No. 4 で一括計量している。No. 4 から下流の No. 5 の間の流量動向を図 2-2 でみると、流量は直線上に増加し、水質（図 2-3）の動向は直線状となっている。したがって、この間の流域で流入する地下水の水量と水質に変化はなく、貝沢流域の水文地質の均一性を反映していると考えられる。

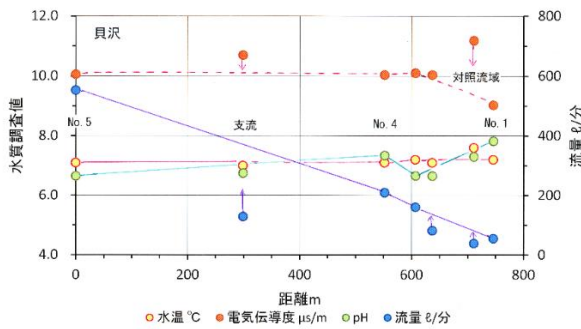


図 2-2 貝沢の現地調査結果

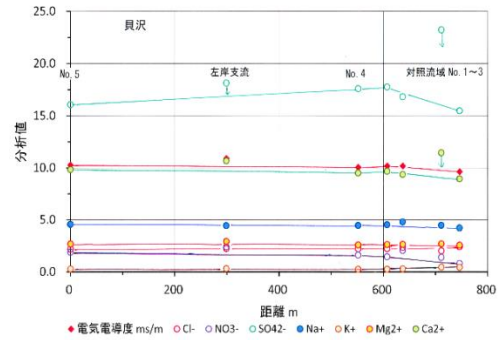


図 2-3 貝沢の流程の水質調査結果（2017）

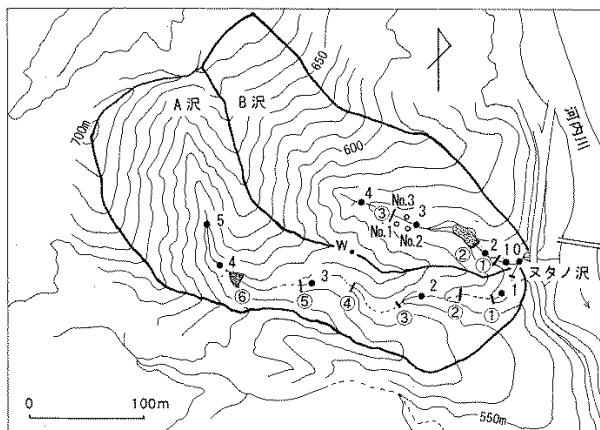


図 3-1 又タノ沢の調査地点

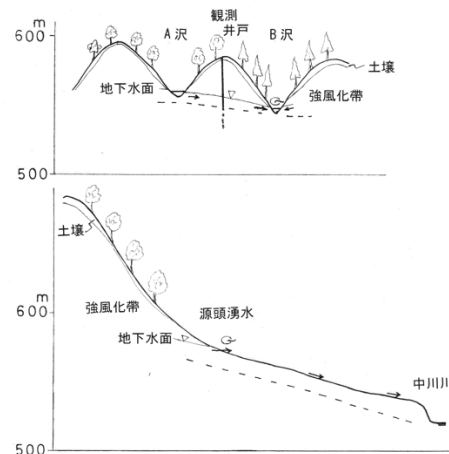


図 3-2 又タノ沢の水文地質断面模式図

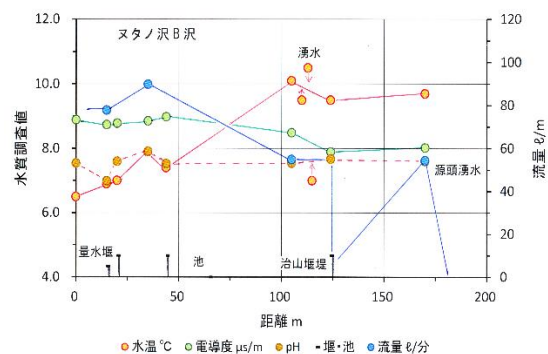
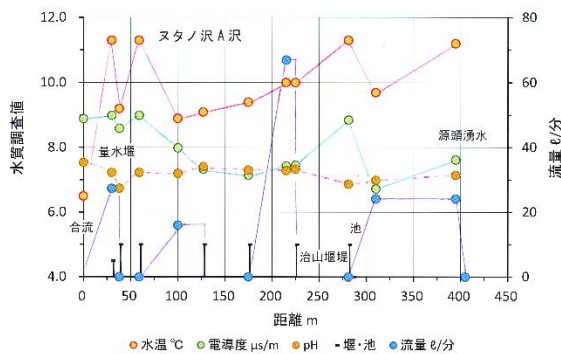


図 3-3 又タノ沢の流程の流量および水質調査結果（A 沢：左図、B 沢：右図）

ウ. ヌタノ沢

ヌタノ沢（図 3-1）の現地調査結果では、A 沢では源頭湧水量が少なく、6ヶ所の治山堰堤があって、最上部を除き、土砂が満砂状態に堆積している。図 3-4 左図に示すように、無降雨時の渓流水は堆積土砂中に伏没浸透し、涸れることが多い。このため、水温や電気電導度、 $SO_4^{2-}$ （B 沢）などに流程での変化が認められる。

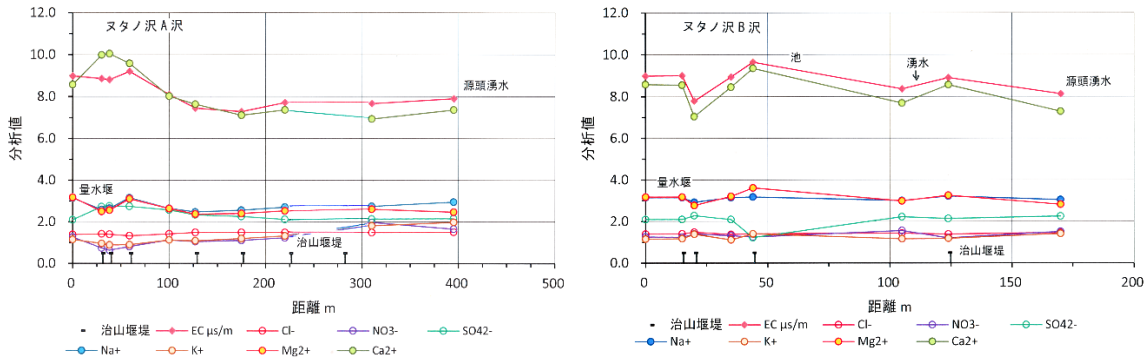


図 3-4 2017 年 12 月の水質分析結果（左図：A 沢、右図：B 沢、距離は合流点が基準）

A 沢の水質は、距離 150m 地点を境に傾向が傾いている。一方、B 沢では、中流の池を境に水質変化が認められる。そこで、2017 年の流程での月別流量を図 3-5 で比較する。A 沢の No. 3 は年間を通じて流水は涸れないが、No. 2 で減少し、9 月、10 月を除くと殆ど流水が無くなる。B 沢では源頭部の湧水が年間を通じて多く、下流の地点の水質は安定している。このように、それぞれの流域の年間の流量と水質の流程のパターンが確認できる。これらとほぼ同様の流出および水質変化が毎年、観察されている。

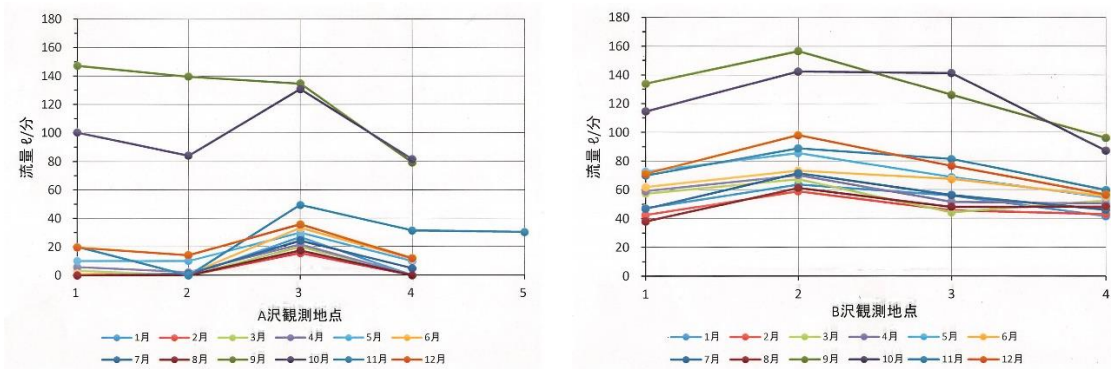


図 3-5 ヌタノ沢の流程の年間流量測定結果（月別、A 沢：左図、B 沢：右図）

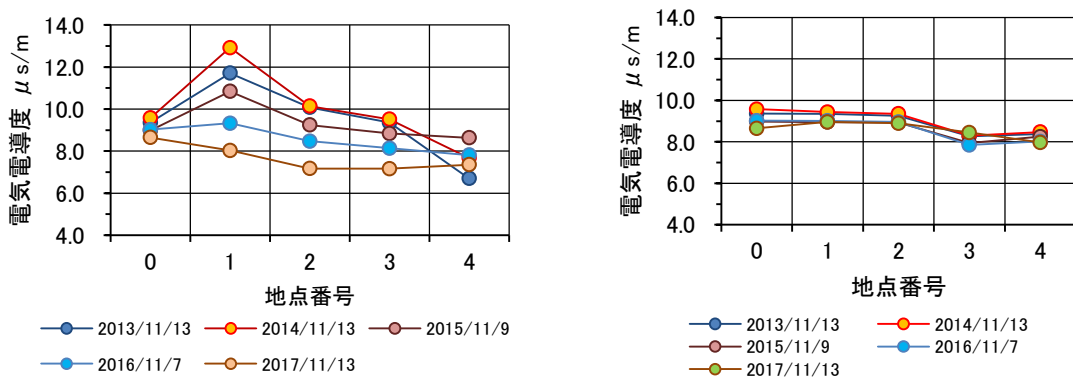


図 3-6 ヌタノ沢流程の 5 年間の電気電導度観測結果（A 沢：左図、B 沢：右図）

過去5年間の11月の両沢の流程の電気伝導度の変化(図3-6)をみると、A沢(左図)では流水が治山堰堤の堆積土砂中に伏没浸透してしまうため、流量は減少し、殆どが治山堰堤の排水で賄われる。そして、下流域(No.0、1、2)の電気伝導度は上流側に比べ増加する傾向が認められる。一方、B沢(右図)は、源頭湧水量が多く、中流での流量減少は少ない。こうして、電気伝導度の変化は少なく、安定している。

エ. クラミ沢・フチジリ沢

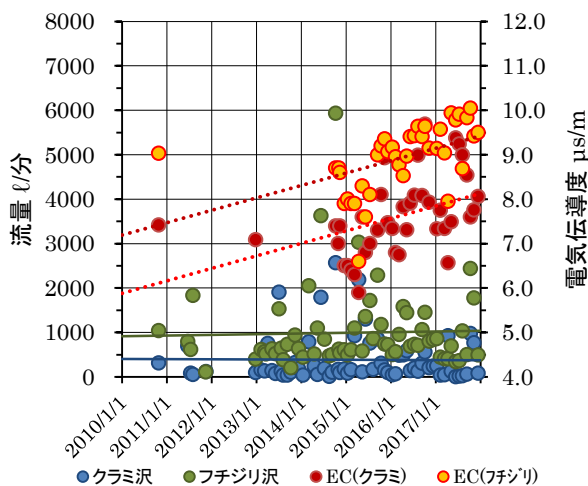
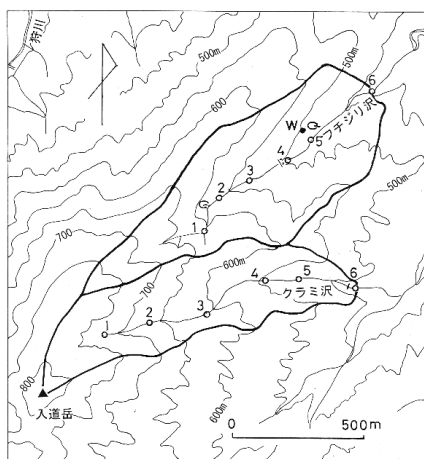


図4-1 クラミ沢・フチジリ沢の調査地点 図4-2 クラミ沢・フチジリ沢の流量とEc調査結果

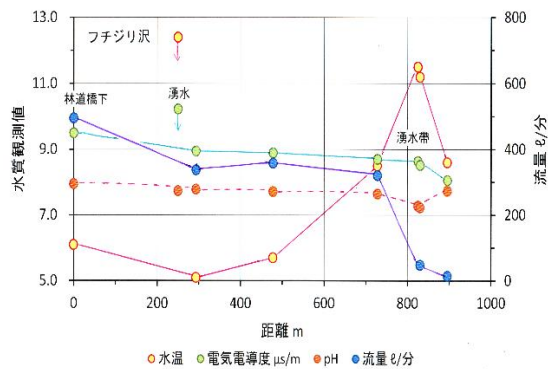
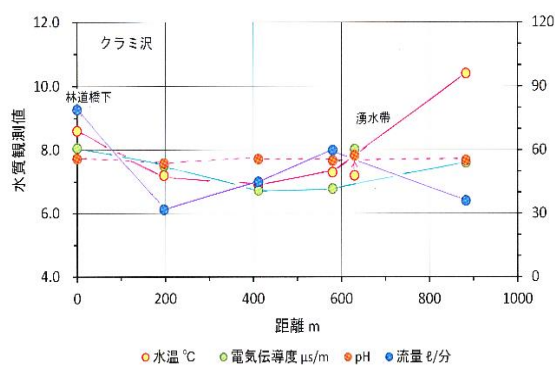


図4-3 2017年12月の現地調査結果(左図:クラミ沢、右図:フチジリ沢)

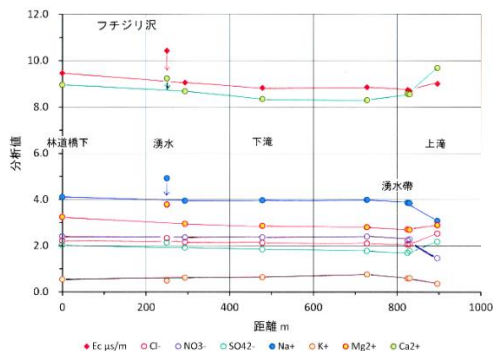
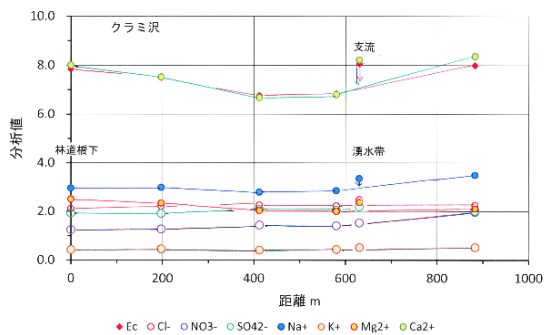


図4-4 流程の水質調査結果(左図:クラミ沢、右図:フチジリ沢)



クラミ沢およびフチジリ沢では、中長期の流量の変動傾向はほぼ横ばいであるが、電気電導度にやや増加傾向が認められる。森林管理状況や降水量との関連性を引き続き調査観測していく必要がある。2017年12月の現地調査結果(図4-3)によると、クラミ沢は下流で流量減少が認められ、フチジリ沢は湧水帯での地下水流出量が多く、流量が増加するが、中下流では増加は小さい。また、両沢共に湧水帯で湧水する地下水の水温を反映し、水温が高くなる流程の特徴が出ている。

流程の水質(図4-4)は、陽イオン、陰イオン共に両沢共に湧水に由来する水質を反映している。湧水帯で形成された水質が下流に向け継続する流程の特徴が認められ、両沢共に安定した濃度分布である。したがって、経常的なモニタリング調査は、下流の定点でよく把握できる。

#### オ. ヌタノ沢の安定同位体比分析結果

ヌタノ沢では、降水のかん養、流出の水循環機構を解明するため、水質情報の一つとして酸素・水素の安定同位体比の調査を開始した。現地にロートを備えた採取器を2ヶ所設置し、貯留された降水量(B沢の流域頂部とA沢量水堰脇)を計測すると共に、これらの降水と両沢の量水堰で越流水を採取し、1年間の安定同位体比変動を調べた。その調査結果は図5のとおりであった。安定同位体比の変動をみると、降雨の値は流域の上、下で大きな差は無いものの、採水時期によって大きく上下に変動し、降雨毎に異った値となっている。しかし、渓流水の値は、両沢で大きな差は無い。年間の動向を見ると、8月の大雨時にやや重くなる傾向が読み取れた。安定同位体比は年間を通して-8‰を前後している。引き続き採水、計測を続け、水循環情報の把握に努めたい。なお、降雨(下流)の算術平均値は-7.28‰、渓流水(B沢)の平均値は-8.11‰であった。

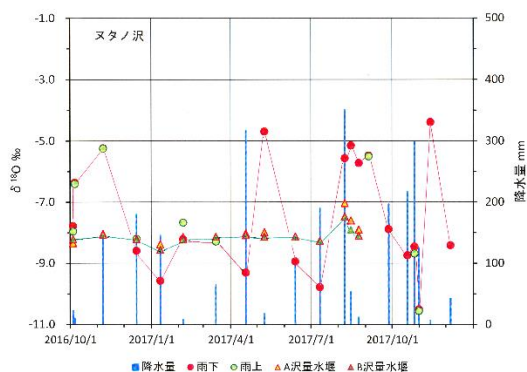


図5 ヌタノ沢の降水と渓流水の  $\delta^{18}O$  観測結果

#### (8) 今後の課題

各試験流域で、流程での流量と水質の現況を調査し、流域毎の経年変化(動向)を分析・解析しているが、森林管理が水源環境へ及ぼす影響の確認には、中長期に亘る観測がベースとなり、降雨等の気候の影響との区別に加え、年間の流況や流程調査で把握された流域特性を踏まえてモニタリング項目とポイントを点検・見直し、多面的なかつ順応的な解析を進める必要がある。

#### (9) 成果の公表

なし

## (2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

### A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ah. 水生生物調査（現地モニタリング調査の試行）  
(2) 研究期間 平成19～29年度  
(3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）  
(4) 担当者 大平 充・西口孝雄・内山佳美

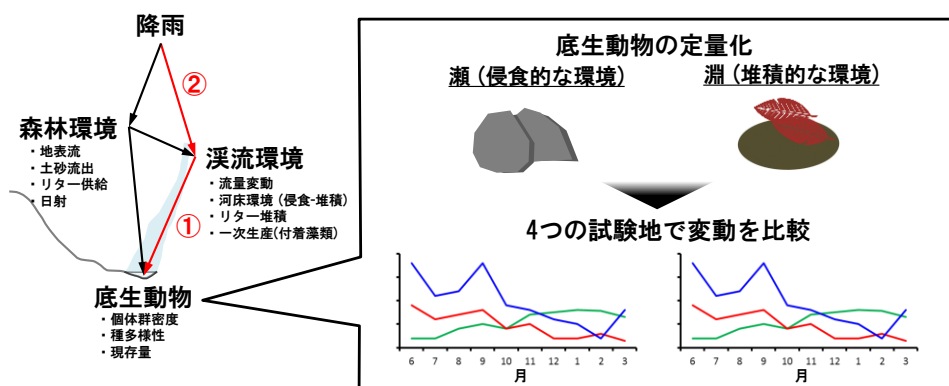
#### (5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、森林整備の事業効果を検証するための時系列データの取得を目的とし、県内に設けた試験流域において対照流域法等の手法を用いて流域スケールのモニタリング調査を行う。その実施方法は、森林整備などの操作を行う前に、実験流域と対照流域の自然条件についての類似性や各々の特色について現状での流域特性として把握し、森林の操作後に追跡調査を行うものである。一般に、森林整備等の実施による森林の状態の変化は、下流への水や土砂の流出に影響し、さらにそれが溪流環境とそこに生息する水生生物の変化に影響すると予想されるため、本モニタリング調査の一環として水生生物調査を行う。

#### (6) 方法

平成26年度までに4試験地（貝沢、大洞沢、ヌタノ沢、フチヂリ沢）の流域における底生動物および付着藻類についての事前モニタリングが終了し、各試験地の底生動物において、世代時間（生活史サイクルの長さ）や侵食性（瀬など）－堆積性（淵など）の生息場タイプの構成が異なることが把握されている。このことは、森林環境だけでなく、地域の地質や気象条件などの影響による流量変動や土砂流動の差異が影響していると考えられる。森林整備による水生生物への効果の把握には、このような基礎的な自然条件に対する水生生物の関連性を踏まえておくことが重要である。そこで、源流域の底生動物の季節動態と溪流環境との関係（図1①）、またそれらとの降雨との関係（図1②）といった基礎的な実態を把握することを目的として、追加調査を行った。

調査は平成29年6月から平成30年3月の間に月に1回行った。底生動物の採集は、底生動物の生息場となる基質を流路内に設置し、それに定着する底生動物を採集することにより定量化を試みた。瀬における礫表面や間隙に生息する種群を採集することを目的に、正方形のタイル（10cm×10cm、厚さ5mm）を三枚重ね、その間に木製の緩衝材を挟むことにより、3mmと5mmの間隙を確保し基質を作成した（図2a）。また、淵における砂泥に生息する種群に対しては、円形のポット（直径12.5cm）を河床に埋め、その内部に砂（粒径2mm以下）300mlを入れた不織布の袋を設置した（図2b）。これらにより、溪流の侵食および堆積環境に対応した底生動物の採集を行った。各試験地あるいはその周辺の流域の3流域（合計12流域）において、各流域に4つずつ基質（各基質合計48サンプル）を30日程度設置した。



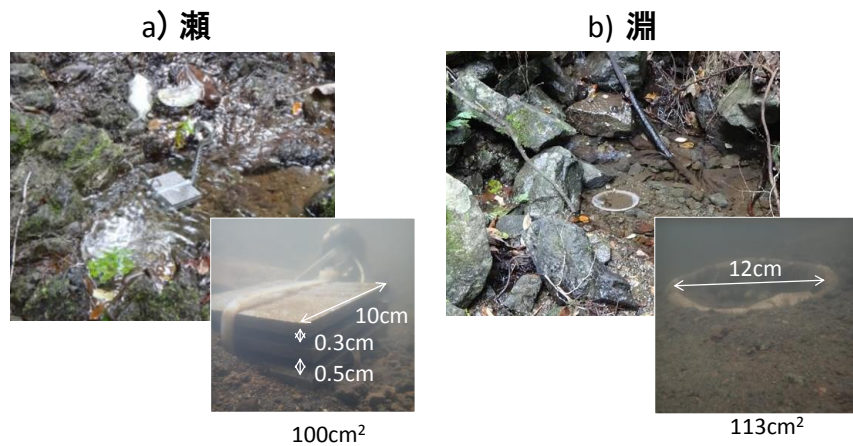


図2 溪流内に設置した a) 礫基質および b) 砂基質

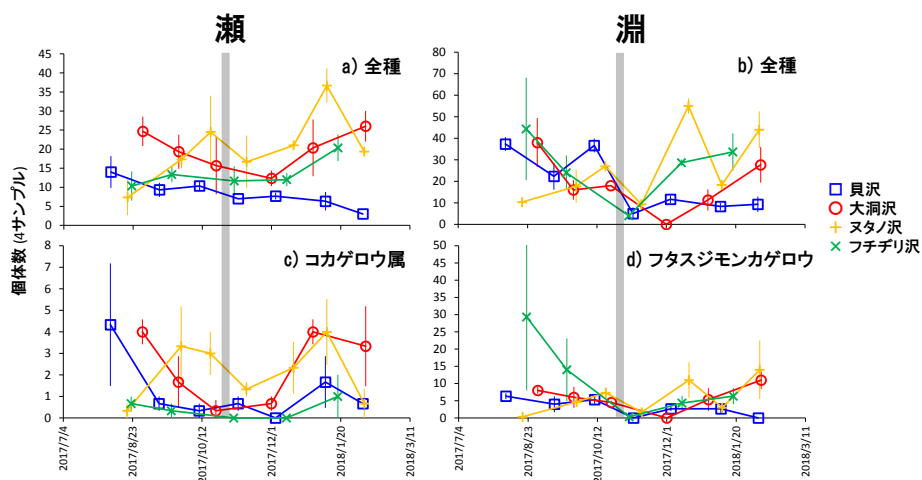


図3 各地域における流域の底生動物の平均密度の季節変化。バーは標準誤差を示し、グレーの帯は平成29年10月23日の台風の時期を示す。

## (7) 結果の概要

主な結果は以下の通りである。

### ア. 底生動物量の季節変化

底生動物量は、平成29年10月23日の台風21号後に大きく減少し、その後増加する傾向があった(図3)。この傾向は、瀬の全種個体数では明確ではなかったものの(図3a)、瀬に特徴的なコカゲロウ属(藻類食者)では明確であった(図3c)。また、淵の全種個体数および淵に特徴的なフタスジモンカゲロウ(掘潜型、収集食者)(図3d)は同様に台風後に減少していた。これは、出水に伴う河床の流動や流出による攪乱の影響によるものと考えられた。また、台風後であっても貝沢では個体数が増加しないことや、ヌタノ沢では短期的に個体数が変動するなど、地域によってばらつきがあることが確認できた。そして、降雨量の差異あるいはそれに伴う流量および土砂流動の差異が影響していると考えられた。

### イ. 底生動物量の降雨との関係

底生動物個体数と設置期間の降雨量(近傍のアメダスデータを使用)の関係は、ヌタノ沢やフチヂリ沢では、降雨量に対応して個体数が線状の応答を示す傾向があった(図4c, d, g, h)。一方で、貝沢や大洞沢では、台風後に降雨量が減少しても、元の個体数の水準に回復しないか(貝沢、図4a, e)低い水準に抑えられており(大洞沢、図4b, f)、負の履歴効果を示した。このことから、河床攪乱の影響度の差異や、その後の流量や河床環境の推移の差異が影響していると考えられた。

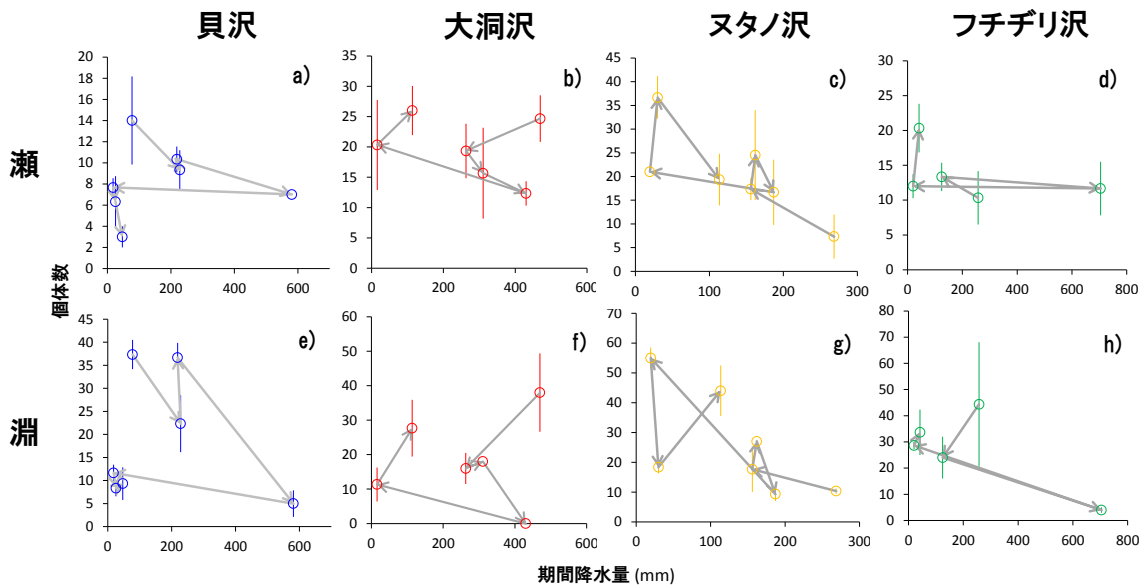


図4 各地域における流域の底生動物の平均密度と期間降水量の関係。バーは標準誤差を示し、矢印は変化の順序を示す。

**(8) 今後の課題**

各地域における異なる底生動物個体数の変動や降雨に対する応答が把握できた。しかし、種や機能群別の変動の差異や、溪流環境との関連性、変動の要因は検討できていない。今後、採集した底生動物の詳細な同定、河床材料やリター堆積量、付着藻類量などのサンプルの分析を行うことによる溪流環境の状態の定量化、底生動物量との関連性の解析およびその地域間の比較を行う(図5)。これにより、各地域における溪流環境の特徴や底生動物相の形成過程を明らかにすることを通して、各地域の溪流生態系の基礎的な特性を明らかにできると考えられる。

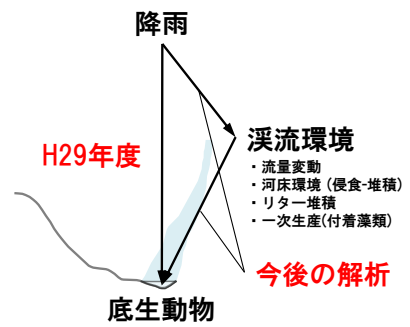


図5 今後の課題

**(9) 成果の公表**

なし

## (2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 **Ai. 水循環モデルによる解析**
- (2) 研究期間 **平成19～33年度**
- (3) 予算区分 **県単（水源特別会計：森林環境調査）**
- (4) 担当者 **内山佳美・西口孝雄・横山尚秀**

### (5) 目的

第3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、これまでに開発を行った水循環モデル（広域モデル3地域、試験流域モデル4ヶ所※）を用いて、現地モニタリングデータを活用した再現性解析やモデルの改良を行うとともに、水源環境保全・再生施策におけるダム上流等の広域または各試験流域の事業実施効果予測解析を行う。

※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、フチヅリ沢モデル

### (6) 方法

本業務は、株式会社地圏環境テクノロジーが受託し、以下の業務を実施した。

ア. 各試験流域の水循環機構を説明するための試験流域モデルによる追加解析

(ア) フチヅリ沢試験流域の拡張領域モデルによる再現解析

これまで試験流域の地形分水界で推定される集水域のみを対象としたモデルであったが、他試験流域と同様の拡張領域を設定したモデルへの改良と現地踏査結果を踏まえた地層モデルへの修正を行って再現解析を進めた。拡張領域は、溶岩の分布域を考慮し、試験流域の地形分水界を十分包含する領域を設定した。

(イ) ヌタノ沢試験流域における一部設定条件見直し

ヌタノ沢試験流域に特有な深成岩に関して、特に風化帯の深度方向の透水性の設定について、よりきめ細かく設定し、現況の再現性を検証した。

イ. 水源環境保全・再生のモニタリング調査にかかる水循環解析の手引き（案）の更新

これまでに作成された水循環解析の手引き（案）について、今回の解析結果等を踏まえて最新の内容に更新し、一部内容を追加した。手引き（案）には、今回の成果を活用し、拡張領域モデルによる検証や特徴的な地質におけるきめ細かい条件設定等の必要性とその設定・解析方法について盛り込んだ。また、各試験流域の特性を整理したものについて、手引き（案）に第2部実践編として盛り込むとともに、各試験流域の最新モデルにより流程に沿ったポイントごとの流量変化等の出力図を追加した。

ウ. 水循環モデル解析システムの更新

上記の試算によって新たに改良された水循環モデル（ヌタノ沢モデル）を自然環境保全センター所有の計算機で使用できるようにデータを整備した。

### (7) 結果の概要

主な業務成果は次のとおり。（その他及び詳細は、委託業務報告書参照）

ア. フチヅリ沢試験流域の拡張領域モデルによる再現解析

昨年度構築したモデルについて現地踏査結果を踏まえて更新するとともに、水理地質モデルについても拡張領域を包含するように拡張を行った。平均的な外力条件を与えた定常解析と2015年を対象とした非定常解析を実施し、水理パラメータを変更した試行錯誤により、解析モデルの検証を行った。フチヅリ沢流量は、解析モデルで概ね再現することができたが、現地観測で得られている

フチジリ沢に対しクラミ沢の河川流量が少ない傾向は、解析モデルでは再現できず、2つの沢の流量はほとんど同じ結果となった。クラミ沢は、地下を介した流出が過小評価となっていると考えられる。周辺の源頭位置や連続流量観測データによる水収支の評価などを通じて、全体を矛盾なく説明できる仮説を設定し、解析モデルによる検証を引き続き進める必要がある。

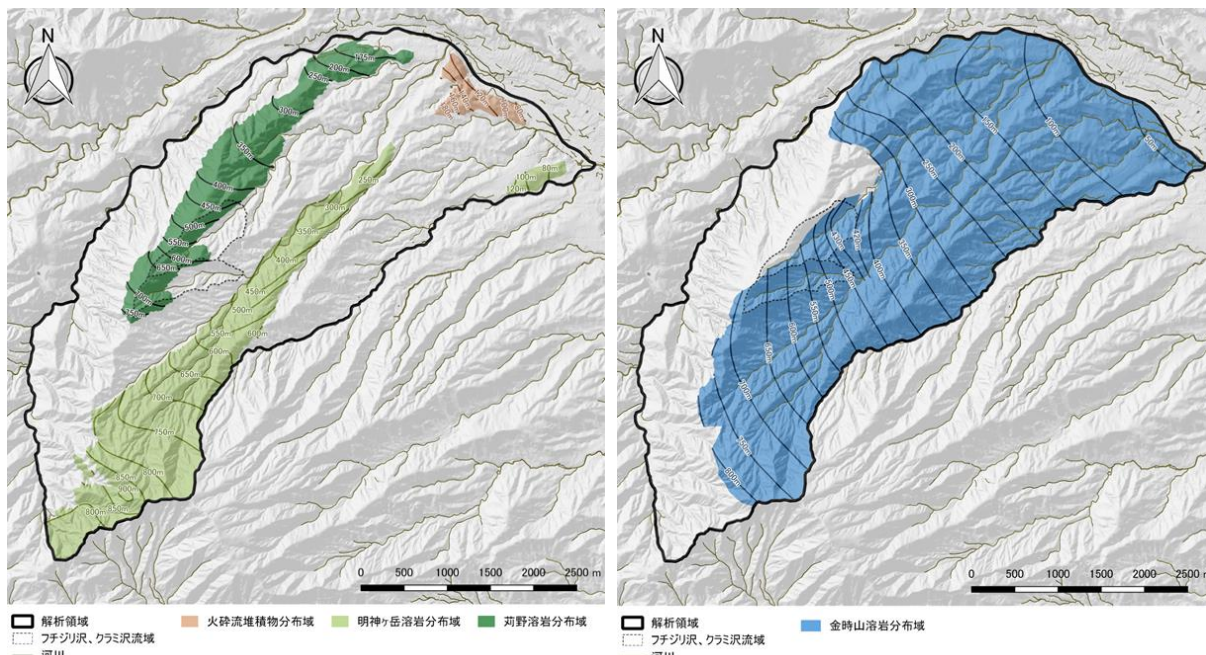


図1 地質図等の既存情報と現地踏査情報を踏まえて設定した  
拡張領域全体の各地質分布と基底面標高

イ. ヌタノ沢試験流域における一部設定条件見直し

風化帯の見直しにあたり、現地ボーリングコアの観察結果に基づき、GL-7.30mまでを強風化部、それ以深を弱風化部と設定し、現地踏査で確認した河床の露頭状況と対応づけた。ボーリング地点の区分と河床の露頭状況を説明する基底面標高を、接谷面を用いて作成し、解析モデルを更新した。更新した解析モデルを用いて、2011年～2015年までの非定常解析を実施した。これまでに観測データで確認されているB沢の年間を通じて水量が維持され、少雨時に極端に水量が減少するA沢よりも安定している状況を解析モデルで再現することができた。しかし、解析モデルは、A沢において降雨後の数ヶ月程度の河川流量の低減傾向が緩慢であった。また、2013、2014年の渇水時に河川が涸渇する状況が観測よりも顕著であり、特にB沢は観測ではほぼ一定流量を維持するのに対し、解析では徐々に低減する傾向であった。試行錯誤により、地下深部の透水係数を小さくし浅部の透水係数を大きくすること、間隙率を小さくすることで、一定の改善が見られることを確認した。

## (8) 今後の課題

モデル構築の段階から活用段階になっているが、今後はさらに本格的に現地モニタリングデータが蓄積されてくることから、特に試験流域モデルでは現地モニタリング調査とモデル解析を両輪で補完的に使って検証していく仕組みを構築していく必要がある。

広域のモデル解析に関しては、今後は森林整備履歴などのデータ整備の充実が望まれる。

## (9) 成果の発表

なし

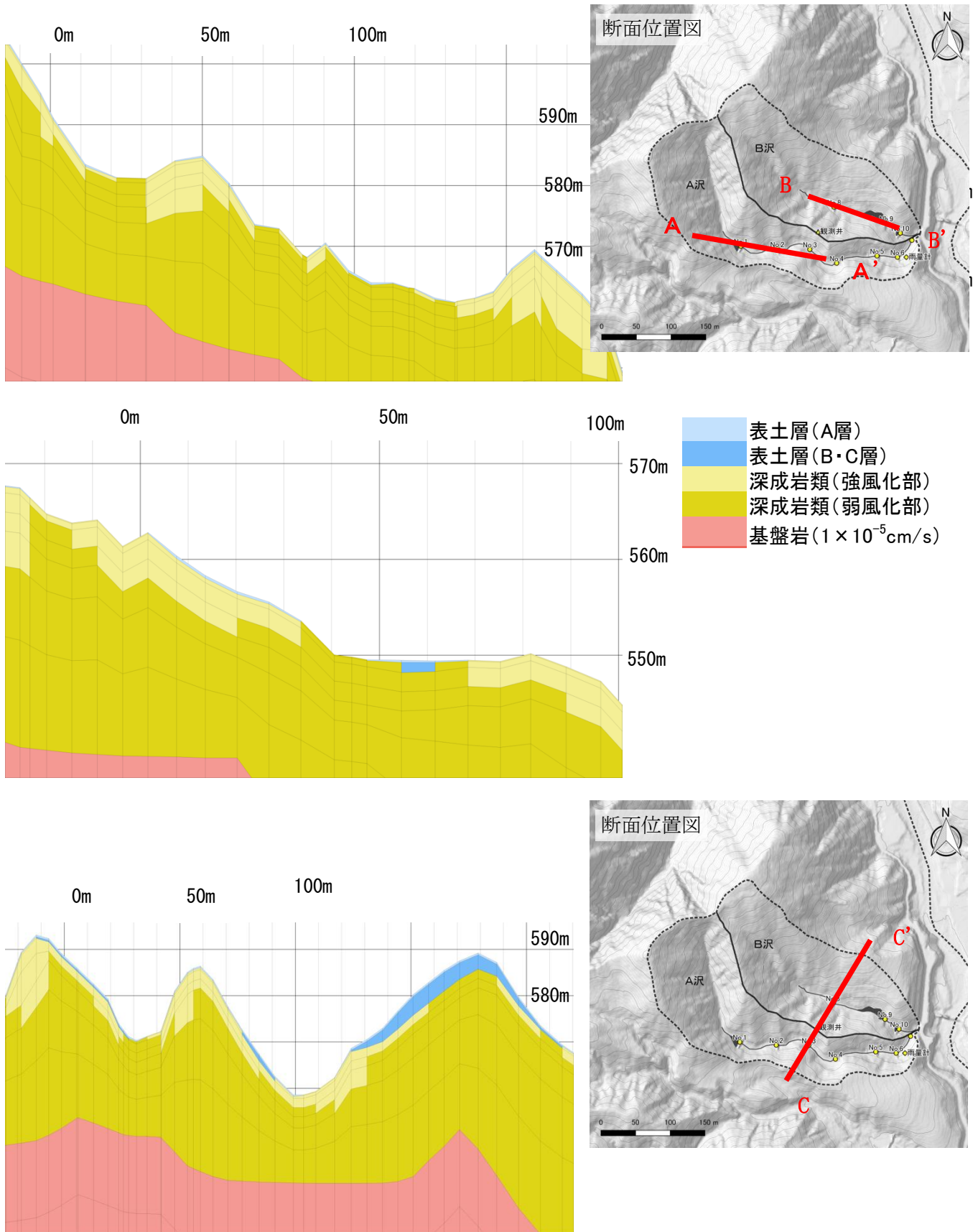


図2 ヌタノ沢流域モデルの地質割り当て状況 (AA'、BB'、CC' の各断面)

## (2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

### A. 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム（水源かん養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Aj. 水源施策の総合評価のための情報整備
- (2) 研究期間 平成 19～33 年度
- (3) 予算区分 県単（水源特別会計：森林環境調査）
- (4) 担当者 内山佳美・西口孝雄・雨宮 有

#### (5) 目的

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画に基づく本研究課題は、対照流域法等による現地モニタリング調査による事業効果の検証、水循環モデルを用いたダム上流域等の広域の事業効果予測に加えて、施策の総合的な評価のためには個別事業とそのモニタリングのデータも活用した総合的な解析を行う必要がある。そこで、個別事業とそのモニタリングデータを収集・整備し本研究課題で得られた知見を踏まえて総合解析を行う。加えて、個別事業におけるGIS業務の技術支援を行う。

#### (6) 方法

森林で行われる事業の総合的な評価を行うため、事業実績や各種モニタリング調査のデータを収集・整備するとともに、個別事業におけるGIS業務の技術支援や施策評価関連の追加解析や作図を行った。

本業務は、高度なGIS技術をもち、システム設計やGISデータのプログラミング、GIS技術指導のできる派遣職員により実施した。

#### (7) 結果の概要

##### ア. 事業実績・モニタリングに関するデータの追加整備

各事業部門で所有している事業実績やモニタリング調査のGISデータを収集し、データの精査と解析するために必要な加工を行った。研究連携課による取得データとあわせて、共通利用データとして整備し、自然環境保全センター内の共通利用サーバで公開した。特に野生生物課で蓄積しているシカ生息密度にかかる時系列データに関して、データの精査を行い、総合解析用データとして整備するとともに、Web公開用の図化を行った。

また、各事業部門のGIS利用に関して、指導・助言を行うほか、事業部門向けの各種プログラムの作成やこれまでに作成したプログラムのメンテナンスも行った。

##### イ. モニタリング成果や施策評価に係る各種解析や作図等

###### (ア) モニタリング成果の解析用データの作成

対照流域試験地における下層植生の被覆レベル分布などのデータ作成、東京農工大学との共同研究の一環で1mメッシュの地形解析(TWI指標)等をはじめとした各種解析用データを作成した。

###### (イ) 解析手法の検討、試行

水源施策特別対策事業の丹沢大山保全・再生対策にかかるモニタリング調査の一環で取得したデータを活用し、解析手法の検討を行い解析を試行した。

オーバーユースの実態把握の観点で丹沢山地の11地点に設置した登山者数カウンターのデータについては、これまで簡単な集計にとどまっていたため、改めて蓄積データを活用し登山者の移動の動向を把握するための解析を試行した。しかし、カウンターの誤作動等も多く現時点での取得データによる傾向の把握は難しかった。

ブナ林再生対策の一環でドローンで撮影したデータを用いてブナ林の現状把握のための各種位置情報データを作成した。また、酪農学園大学との共同研究で行ったドローンを用いたブナ林のギ



ヤップや森林構造、単木レベルの被害把握等の個々の評価に係る撮影手法の検討では、空間データ加工・解析等の作業を行った。

(ウ) 各種展示用動画の作成

空中写真や地形図等の GIS データを活用して、様々な角度から地形を立体的に表示して対照流域試験地を紹介する動画を作成し、当センター本館展示室内の動画公開コンテンツに追加した。

**(8) 今後の課題**

事業実績や施策の評価やモニタリング結果の公表にあたって、わかりやすく示すためには GIS データによる空間分布の可視化が欠かせない。このため、日ごろよりデータ蓄積と公表のための資料づくりを進めておく必要がある。

今後も施策全体の進捗把握や事業効果解析、事業対象地選定等に活用するため、毎年の事業やモニタリングのデータを収集・整備していく必要がある。

事業実績が電子データとなっていない、また電子データが保存されていても、データベース形式となっておらず（データ項目の定義が統一されていないなど）集計できないものも多い。事業の全体像の把握や事業検証のためにも、個々の事業部門任せにせず、全体としてデータ蓄積する仕組みが必要である。

**(9) 成果の発表**

なし

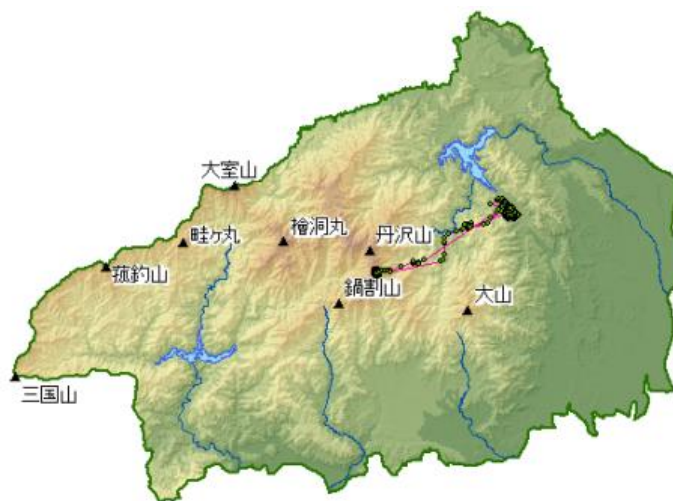


図 1 シカの行動追跡の例（Web コンテンツ内で紹介）

※蓄積された GPS 首輪データを用いて各個体の移動履歴を GIS データ化し一部を WEB 用に加工した

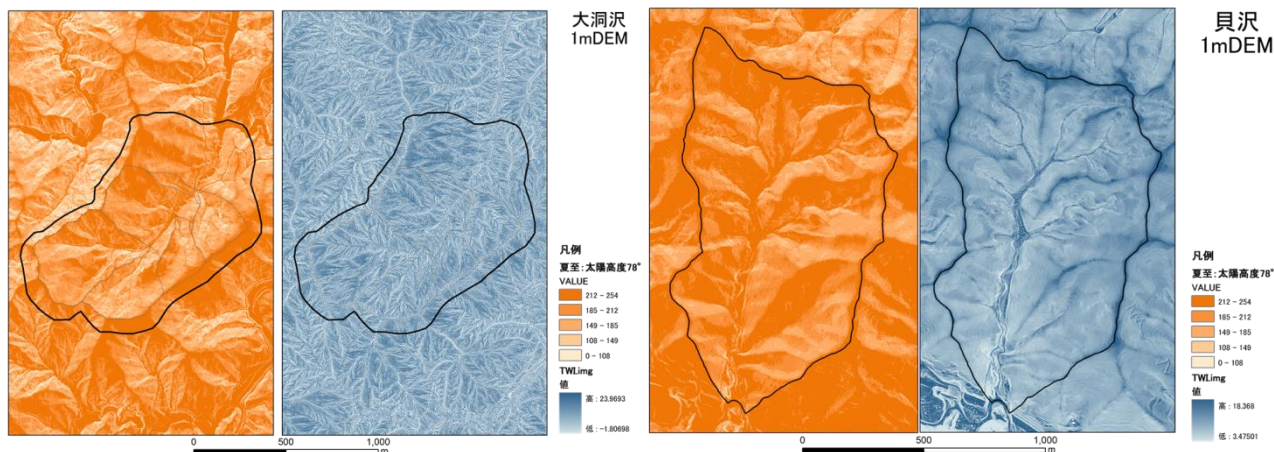


図 2 対照流域試験地の 1m メッシュの TWI 解析結果  
(H28 年度に作成した 10m メッシュよりも小スケールの解析に対応)

## (2) 水源林の公益機能の評価・検証と管理技術の改良

### B. 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次的アウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名 Ba. 林床植生  
(2) 研究期間 平成 25 年度～  
(3) 予算区分 水源林整備事業費  
(4) 担当者 近藤博史・田村淳・遠藤幸子

#### (5) 目的

間伐は林分構造や林床植生に直接影響を及ぼすことが知られている。ここでは、スギ、ヒノキ人工林および広葉樹二次林において、間伐後の林床植生の種組成と種多様性の変化について報告する。

#### (6) 方法

現地調査は平成 25 年と平成 29 年に実施した。小仏山地 27 林分（スギ林 9 ヶ所、ヒノキ林 9 ヶ所、広葉樹林 9 ヶ所）を対象とし、それぞれの林分において、2m×10m の植生調査区を 2 ヶ所設置した。植生調査区は 1 ヶ所につき 2m×2m コドラート 5 つに区分した。そして、コドラート内に出現した高さ 1.5m 以下の全維管束植物についての植被率と種ごとの被度を記録した。

各林分において、全コドラートの出現種数、多様度指数（ $H'$ ）、均等度指数（ $J$ ）および 1 コドラートの平均被度を算出し、それらについて平成 25 年と平成 29 年で比較を行った。間伐については、過去 10 年間の間伐履歴を調べた。

#### (7) 結果の概要

林床植生の植被率、多様度指数、均等度指数と出現した植物の種数について、平成 25 年と平成 29 年の 2 時点間で比較した。その結果、林床植生は概ね回復状態にあることが分かった。種数は、一部で大幅な増加傾向がみられるものの、全体を通しての増減幅は少なかった（図 1）。植被率は増加傾向にあり、多くの林分において 20%以上増加した林分が確認された（図 2）。多様度指数、均等度指数については、若干の増加傾向がみられた（図 3, 4）。

27 林分における過去 10 年間の間伐履歴を調べた結果、履歴が不明な 2 林分を除き、10 年間で 1 回ないし 2 回の間伐が行われていた（表 1）。

間伐履歴と植生状況を照らし合わせた結果、平成 25 年の調査時において間伐直後（経過 1 年未満）および間伐履歴が不明であるスギ・ヒノキ林は、間伐履歴のある林分（経過 1 年以上）に比べ、林床植物の出現種数が少なく、植被率や多様度が低い傾向があった。しかし、そのような間伐履歴の無い林分であっても間伐後 2～3 年経過すると大幅な回復がみられた。特に植生の回復が見られたのはスギ林 1 であった。そこでは、平成 25 年時から 29 年にかけて、種数は 40 種から 67 種へ、植被率は 30.6%から 70.7%へ大きく増加した。特にタマアジサイ、ミヤマフユイチゴの被度が大きく増加した。一方で、ダンコウバイやカエデ類などの木本の実生、稚樹は大幅に減少した。これは間伐時の人為的な林床攪乱の可能性も考えられる。

スギ林 7 に関しては、植被率が大幅に減少した。これは、平成 25 年の間伐後 2 年経過時はクサコアカソ、クサボタンなどの先駆種が繁茂し、植被率が高かった。しかし、その後の平成 29 年の調査までは間伐が行われず、その結果、林冠閉鎖に伴って林床の照度が低下し、それら先駆種が衰退したことが考えられる。実際、種数は若干の増加傾向にあり、シダ類や木本類が増えていた。また、多様度指数および均等度指数も上がっていることから、先駆種のような特定の種の被度が減少し、そのニッチを埋めるように他種が増えるなどの種組成の変化が起こったと考えられる。

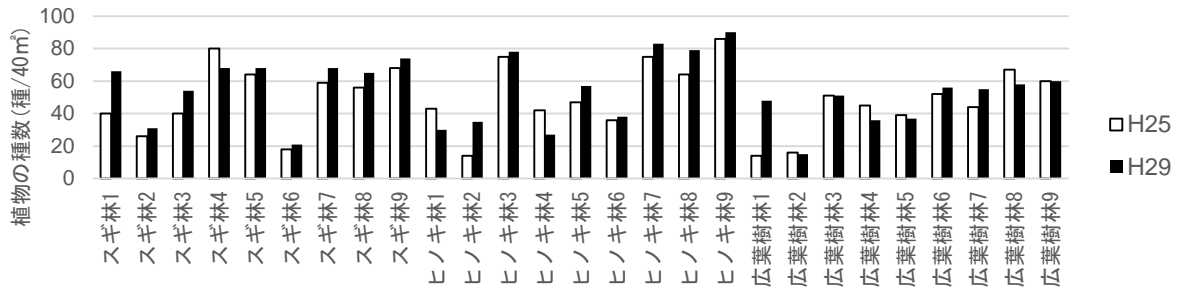


図1 小仏27林分における林床植物の出現種数の変化

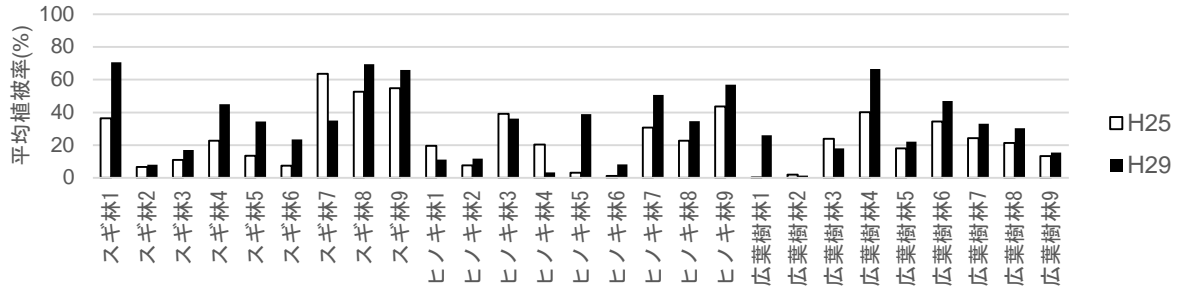


図2 小仏27林分における林床植被率の変化

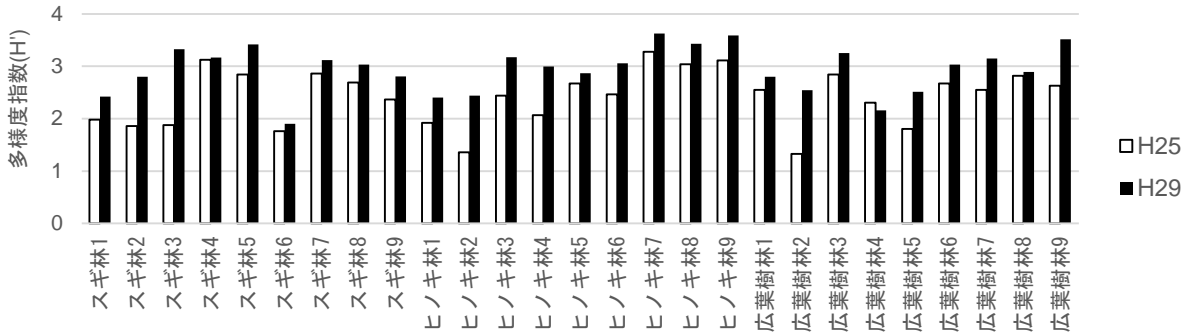


図3 小仏27林分における林床植物の種多様度の変化

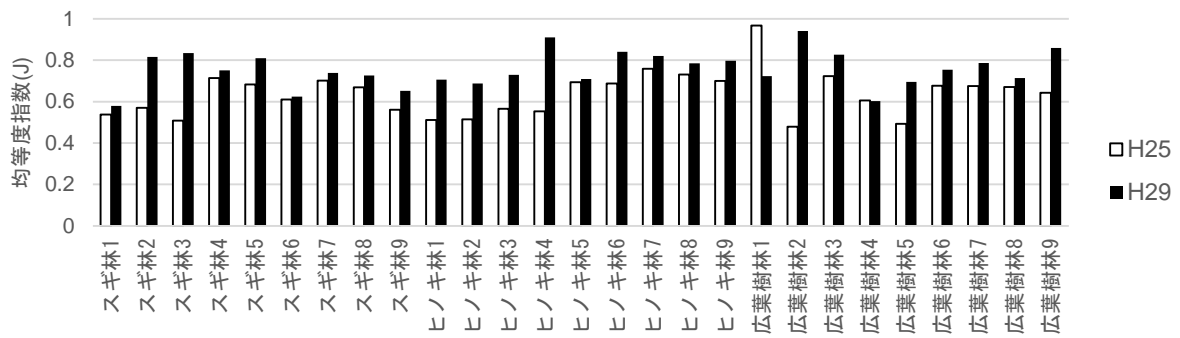


図4 小仏27林分における林床植物の種均等度の変化

表1 小仏27林分の間伐履歴（過去10年間）

	平成17年 2005	平成18年 2006	平成19年 2007	平成20年 2008	平成21年 2009	平成22年 2010	平成23年 2011	平成24年 2012	平成25年 2013	平成26年 2014	平成27年 2015	平成28年 2016	平成29年 2017
スギ林1	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	-	間伐	-	調査
スギ林2	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
スギ林3	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
スギ林4	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
スギ林5	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
スギ林6	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
スギ林7	-	-	-	-	-	間伐	-	-	調査	-	-	-	調査
スギ林8	-	-	-	間伐	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
スギ林9	-	-	間伐	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
ヒノキ林1	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	-	間伐	-	調査
ヒノキ林2	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
ヒノキ林3	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	-	-	-	調査
ヒノキ林4	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
ヒノキ林5	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
ヒノキ林6	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
ヒノキ林7	-	-	-	-	-	間伐	-	-	調査	-	-	間伐	調査
ヒノキ林8	-	-	-	-	間伐	-	-	-	調査	-	-	間伐	調査
ヒノキ林9	-	-	間伐	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
広葉樹林1	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	-	間伐	-	調査
広葉樹林2	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査
広葉樹林3	-	-	-	-	-	-	-	-	調査	-	-	-	調査
広葉樹林4	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
広葉樹林5	-	-	-	-	-	-	-	間伐	調査	-	-	-	調査
広葉樹林6	-	-	-	-	-	-	間伐	-	調査	-	-	間伐	調査
広葉樹林7	-	-	-	-	-	間伐	-	-	調査	-	-	-	調査
広葉樹林8	-	-	間伐	-	-	-	-	-	調査	-	-	-	調査
広葉樹林9	-	-	間伐	-	-	-	-	-	調査	間伐	-	-	調査

(8) 今後の課題

平成25年から平成29年の経年変化と間伐との関係性は少なからずありそうなことが分かった。今後は、環境の変化や群集内の構造の変化について詳細な解析を行っていく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

## (2) 水源林の公益機能の評価・検証と管理技術の改良

### B 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次的アウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名      **Bb. 林床性昆虫・地表性昆虫**  
(2) 研究期間    **平成 25 年度～**  
(3) 予算区分    **水源林整備事業費**  
(4) 担当者      **近藤博史・田村淳・遠藤幸子**

#### (5) 目的

間伐は人工林内の環境に及ぼすことが知られている。ここでは、スギ、ヒノキ人工林および広葉樹二次林において、間伐施業履歴と林内に生息する林床性昆虫および地表性昆虫の種組成と個体数変化について報告する。

#### (6) 方法

現地調査は平成 26 年と平成 29 年に実施した。小仏山地 27 林分（スギ林 9 ヶ所、ヒノキ林 9 ヶ所、広葉樹林 9 ヶ所）を対象とした。林床性昆虫については、各林分に設定した 20m×20m のコドラート周辺において、林床植生を対象に捕虫網を用いて 15 分間スィーピングを行い、昆虫類を捕獲した。調査は平成 26 年 6 月と平成 29 年 7 月に行った。採集した昆虫サンプルについてソーティングを行い、バッタ目、ナナフシ目、カマキリ目、カメムシ目、コウチュウ目、ハチ目（アリ科除く）、チョウ目について種数と個体数を計測した。

地表性昆虫については、各林分に設定した 20m×20m のコドラート内においてプラスチックカップのピットフォールトラップ各 20 個（1 林分あたり）設置した。トラップは 1 週間経過したのち回収した。調査は 9 月下旬に行った。採集した昆虫サンプルについてソーティングを行い、カニムシ目、クモ目、ザトウムシ目、イシムカデ目、オオムカデ目、オビヤスデ目、ヒメヤスデ目、ヨコエビ目、ワラジムシ目、アミメカゲロウ目、イシノミ目、コウチュウ目、チャタテムシ目、トビムシ目、バッタ目について種数と個体数を計測した。

調査日前後の気象状況を把握する為に、気象庁より、気温は大月・八王子（気温）、相模湖（降水量）の観測データを用いて、平成 26 と平成 29 年における年 6 月から 9 月までの日平均気温と日降水量をまとめた。また、間伐施業履歴は、Ba. 林床植生の表-1 を用いた。

#### (7) 結果の概要

林床性昆虫の出現種数と個体数を平成 26 年と平成 29 年で比較した結果、全ての調査区において増加していた（図 1、2）。間伐履歴とはあまり関係性が見られなかった。調査時期が平成 26 年と平成 29 年で調査日が約 1 ヶ月異なることから、その時期の違いにより、昆虫相が変化してしまったことが要因の一つとして考えられる（図 5）。

一方で、地表性昆虫では、スギ・ヒノキ人工林でやや減少傾向、広葉樹林ではやや増加傾向にあった（図 3、4）。一部の広葉樹林内では、オサムシ類が大幅に増加していたため、種数はあまり変化がないが、個体数の大幅な増加が確認された。

平成 26 年の調査時は、トラップ設置中に天候の変化はなく、降水もなかったが、平成 29 年の調査時には、トラップ設置期間中に強い雨が 2 度確認されている。さらにトラップ設置直前には台風による降水量の急激な増加が確認されている（図 6）。ここではデータとして扱っていないが、ほとんどの調査地において水棲生物であるサワガニが大量に捕獲されていた。このことも、トラップ設置期間の雨の多さが要因として考えられるだろう。

## (8) 今後の課題

林床性昆虫と地表性昆虫の種数、個体数について、平成26年と平成29年の2時点間で比較し、間伐との関係性を検討した。しかし、種数と個体数には2時点間での変動はあるものの、間伐との関係性は確認できなかった。また、調査実施時期が違ふことや天候の違いによる昆虫相の変動など、データ取得そのものに問題がある可能性も考えられる。そのため、昆虫相を平成26年と29年で単純比較することは困難であった。今後は時期による昆虫相の変動や天候の影響がでないように調査方法の再検討やデータ処理の方法を考える必要がある。

## (9) 成果の発表

なし

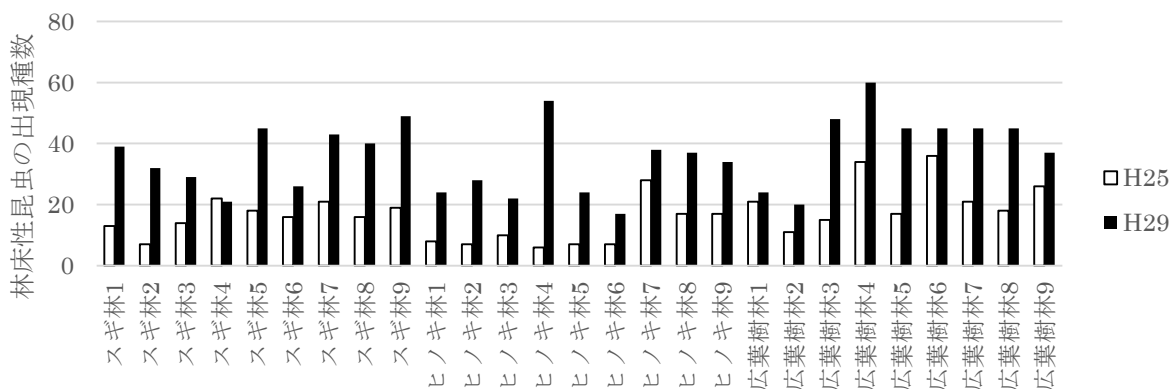


図1 林床性昆虫の出現種数の比較 (平成26年と29年)

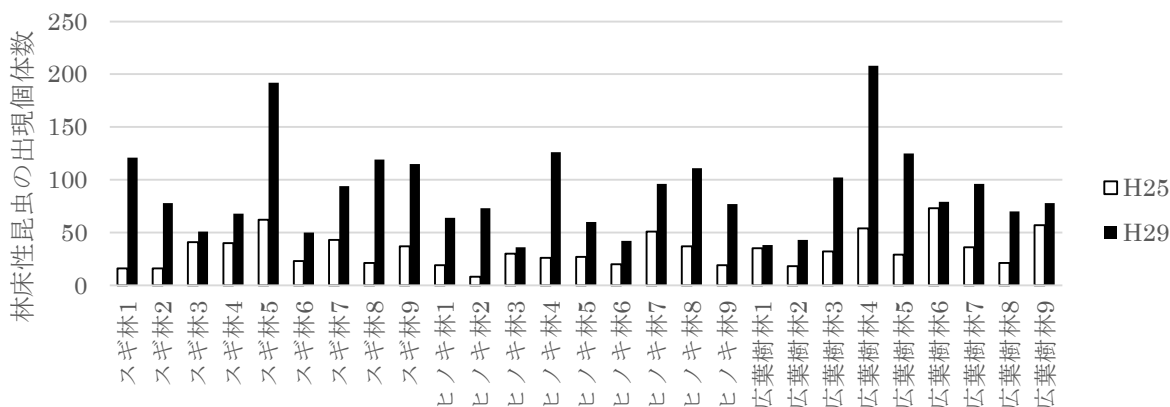


図2 林床性昆虫の出現個体数の比較 (平成26年と29年)

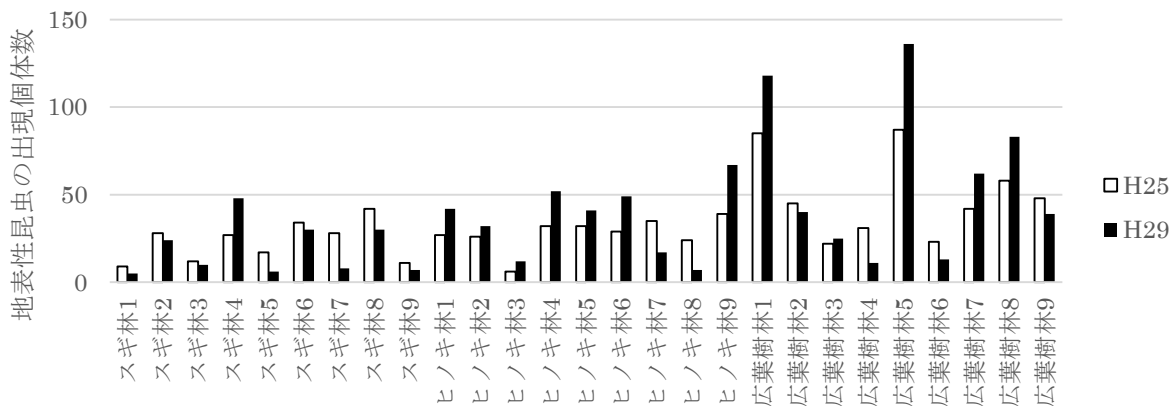


図3 地表性昆虫の出現個体数の比較 (平成26年と29年)

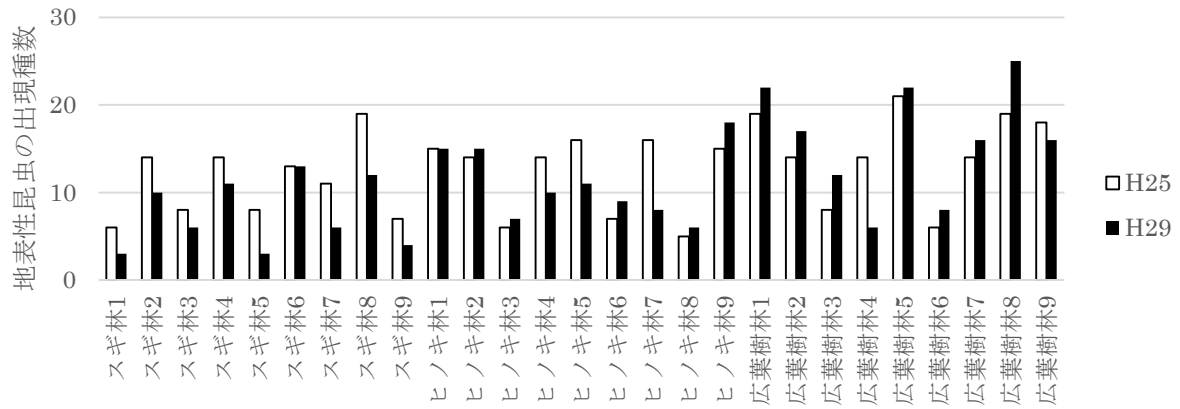


図4 地表性昆虫の出現種数の比較 (平成26年と29年)

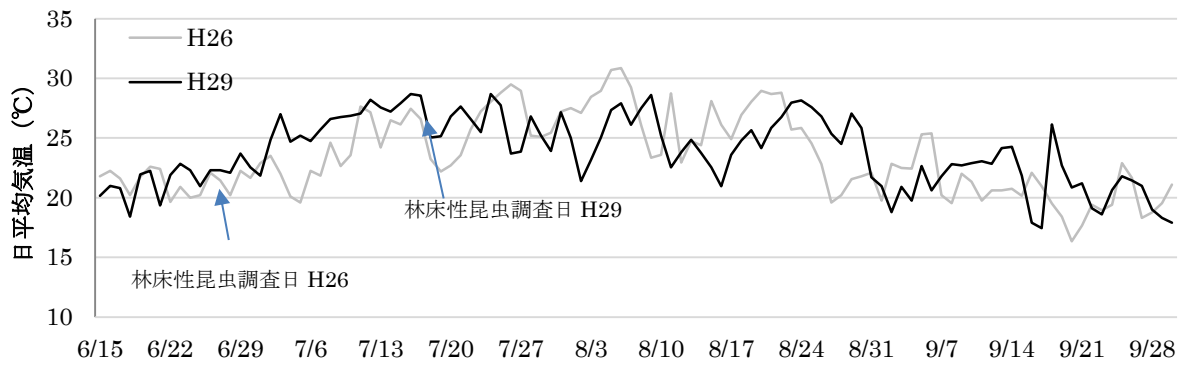


図5 6月～9月の気温の変化 (平成26年と29年)

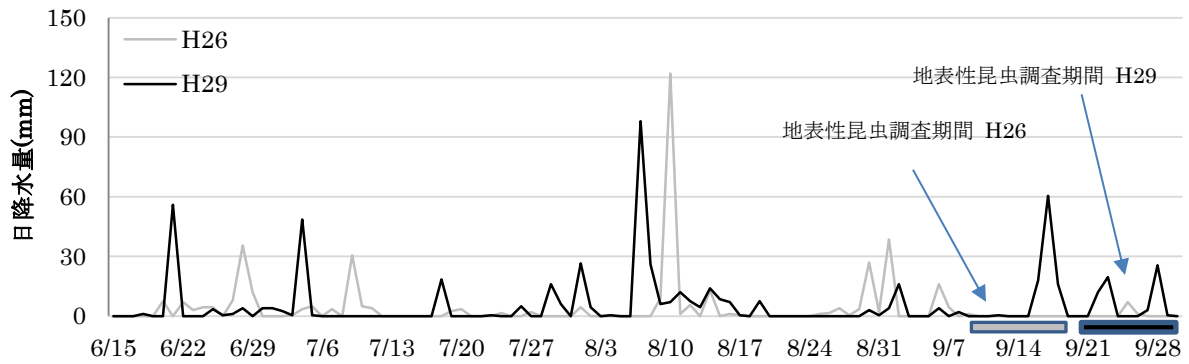


図6 6月～9月の日降水量の変化 (平成26年と29年)

## (2) 水源林の公益機能の評価・検証と管理技術の改良

### B. 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次的アウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名 Bc. ミミズ類  
(2) 研究期間 平成25年度～  
(3) 予算区分 水源林整備事業費  
(4) 担当者 近藤博史・田村淳・遠藤幸子

#### (5) 目的

間伐は林分構造や林床植生に直接影響を及ぼすことが知られている。ここでは、スギ、ヒノキ人工林および広葉樹二次林において、間伐後の林床植生の変化が林内に生息するミミズ類の種組成に及ぼす影響について調べることを目的とする。

#### (6) 方法

現地調査は平成26年と平成29年に実施した。小仏山地27林分（スギ林9ヶ所、ヒノキ林9ヶ所、広葉樹林9ヶ所）を対象とし、それぞれの林分において、ミミズ類（環形動物門貧毛綱）を対象とした調査を実施した。ミミズの採取については、各林分に設置した20m×20mのコドラート内の10地点において、25cm四方で深さ10cmの土壌サンプルを掘り取り、現地でソーティング後、個体を生きたまま持ち帰った。持ち帰ったミミズは麻酔した後、ガラス棒に挟んでFA固定液で固定後、ホルマリン溶液中に保存し、標本作製した。その標本について実体顕微鏡を用いて解剖して種まで同定し、検体ごとのバイオマス量（湿重）を測定した。

なお、本調査については、現地調査から結果の評価に至るまで、駿河台大学経済経営学部 伊藤雅道教授の技術指導を仰いだ。

#### (7) 結果の概要

本年度調査の結果、図1に示すように2科18種のミミズ類を確認した。確認種数は前回調査時（平成26年度：2科37種を確認）の約50%となった。確認個体数のうち、サクラミミズが17.3%と最も多く、次いで *Amyntas* 属の一種Iが5.3%と続いた。

本年度調査および前回調査（平成26年度）で採取したミミズの地点別の採取個体数を図2に示す。本調査の採取個体数は133個体であり、前回調査（298個体）の半分以下であった。地点別にみても、多くの地点でミミズの個体数が前回調査時を下回った。これについて、本年度は前回調査年度と比較して、6月の降雨量（図3）が非常に少なかったために、春から初夏の発生量や孵化した個体の夏までの生存率が低かったことが原因だと考えられる。

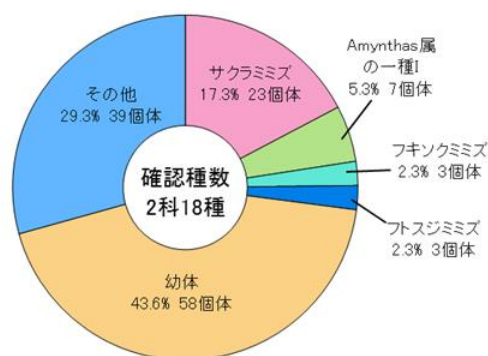


図1 確認種の割合（2%未満の種はその他に含めた）



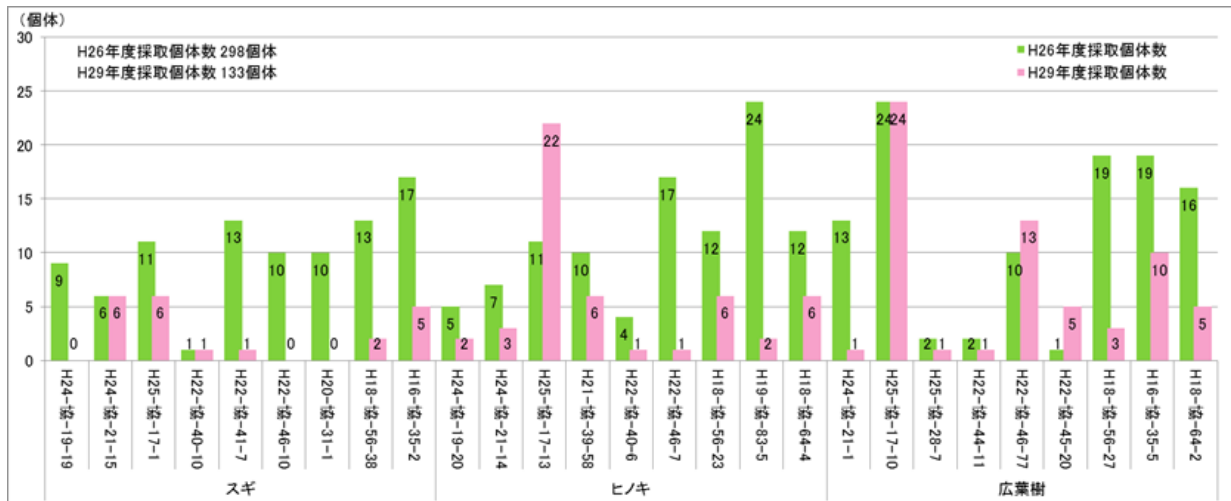


図2 地点ごとのミミズの採取個体数

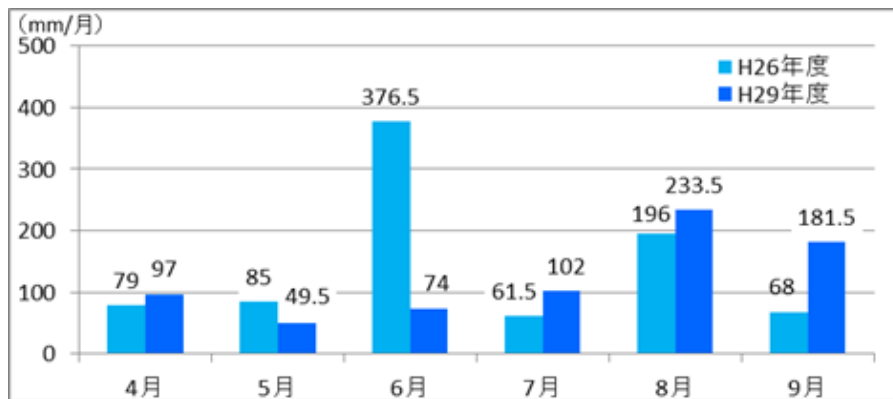


図3 調査実施年における4月～9月の月別降雨量の推移（相模湖）

### (8) 今後の課題

今回、スギ・ヒノキ人工林および広葉樹林において、ミミズの多様性と間伐との関係を把握するため、間伐履歴の異なる各林分の平成26年度とH29年度の2時点間において、ミミズの種組成と個体数の変化を調べた。しかし、現地における環境条件（特に気候）の経年変化やミミズ自体の個体群動態の年変動などの影響が大きく、2時点間のデータを単純に比較することは困難であった。今後、ミミズの種組成に対する間伐の効果をみていくためには、こうした問題を考慮した上で、調査計画を再考していくべきである。

### (9) 成果の発表

なし

## (2) 水源林の公益機能の評価・検証と管理技術の改良

### B. 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次的アウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名 **Bd. 土壌環境**  
(2) 研究期間 **平成 25 年度～**  
(3) 予算区分 **水源林整備事業費**  
(4) 担当者 **近藤博史・田村淳・遠藤幸子**

#### (5) 目的

間伐後に昆虫や土壌動物、林床植生などが変化することで土壌環境がどのように変化するかを調べる基礎情報としてスギ、ヒノキ人工林および広葉樹二次林において土壌物理性調査、土壌養分調査、および土壌分解調査を行ったのでその結果を報告する。

#### (6) 方法

現地調査は平成 29 年に実施した。小仏山地 27 林分を対象とし、それぞれの林分において、20m×20m の調査区を設置し、土壌断面調査と土壌孔隙率の測定を行った。また、調査区内をそれぞれ 10m×10m の 4 つに分割し、それぞれをサブプロットとし、各調査区内において、表層土壌および表層リター分析、リタートラップによるリター供給量の分析、分解機能の評価を行った。

表層土壌調査および表層リター分析については、各サブプロットにおいて、25cm×25cm の表層に溜まっているリターを採取し、その後、乾燥させ、スギ・ヒノキのリター、広葉樹のリター、草本リターに分類し、各分類リターの重量を計量し、割合を算出した。さらに、リターを採取した場所の表層土壌をポリ袋に 500～1000g 程度採取し、C（全炭素）、N（全窒素）、C/N 比（炭素比）、EC（電気伝導度）、pH、P（有効態りん酸）、含水率を測定した。

リター供給量の調査については、9 月～1 月にかけてリタートラップに溜まったリターを毎月回収し、広葉樹リターと針葉樹リターに仕分けを行った後、各々の重量を測定した。また、広葉樹リター供給量に及ぼす周辺土地利用の影響を調べるために、空中写真を用いてリタートラップから最も近い広葉樹林までの距離を計測した。計測には ArcGIS を使用した。

分解機能の評価については、各サブプロットにおいて tea-bag index (Keuskamp et al. 2013) に基づく分解試験から初期分解速度(k)と炭素貯留潜在性(S)を求めた。

#### (7) 結果の概要

土壌断面調査の結果、確認された土壌型は全て褐色森林土 B であり、このうち適潤性褐色森林土 BD が最も多く 14 地点、次いで乾性褐色森林土 BB（粒状・堅果状構造型）が 8 地点、弱乾性褐色森林土 BC が 2 地点、適潤性褐色森林土 BD（d）（偏乾亜型）が 2 地点、未熟受蝕土が 1 地点となっていた。

土壌孔隙調査の結果、固相は概ね、20～40%に分布していた。林分ごとの平均では、全体で 32%、スギ林で 36%、ヒノキ林で 30%、広葉樹林で 29%となっていた。気相は概ね、30～50%に分布していた。林分ごとの平均では、全体で 40%、スギ林で 38%、ヒノキ林で 40%、広葉樹林で 43%となっていた。液相は概ね、20～40%に分布していた。林分ごとの平均では、全体で 28%、スギ林で 26%、ヒノキ林で 29%、広葉樹林で 29%となっていた。いずれの林分も乾性傾向を示す結果となり、特にスギ林は顕著となっていた。

表層土壌調査および表層リター分析の結果、表層リターの出現率は、各林分の優占樹種が高い出現率となっていた。ヒノキ林はリターが小さくなり、リター重量の比較的大きいスギが混交している林分では、出現割合が小さくなっている林分がみられた。各林分では、モミやサクラ類といった優占樹種以外の樹種も生育しているが、表層リターの採取結果では、主に優占樹種のみ確認となった。C（全炭素）、N（全窒素）、C/N 比（炭素比）、EC（電気伝導度）、pH、P（有効態りん酸）、含

水率について、それぞれ測定した結果、プロット間で若干のばらつきはあるものの、大きな乖離はなく、林相の違いによっても違いはあまり見られなかった。

リター供給量の調査の結果、広葉樹リターは、林内に侵入した広葉樹の存在量が多く、また隣接する広葉樹林からの距離が近いほど多くなる結果となった。

分解機能の評価については、初期分解速度(k)がスギ・ヒノキ林に比べて広葉樹林で高くなる傾向があった。したがって、広葉樹林はスギ・ヒノキ林に比べて分解能力高い結果となった。一方で、炭素貯留潜在性(S)については、広葉樹林の方が若干低い傾向はあるもののあまり差が見られなかった。

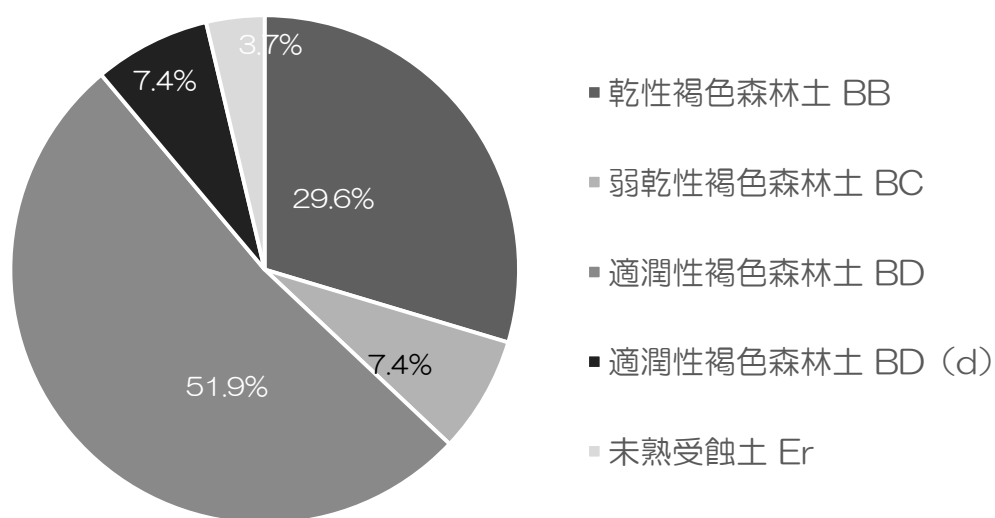


図1 小仏27林分における各林相別の初期分解速度(k)と炭素貯留潜在性(S)の比較

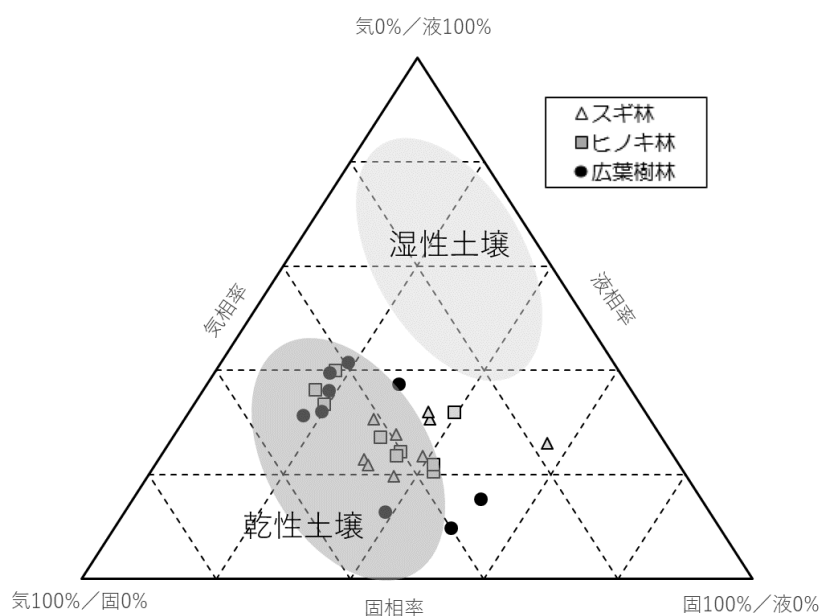


図2 小仏27林分における各林相別の三相構造

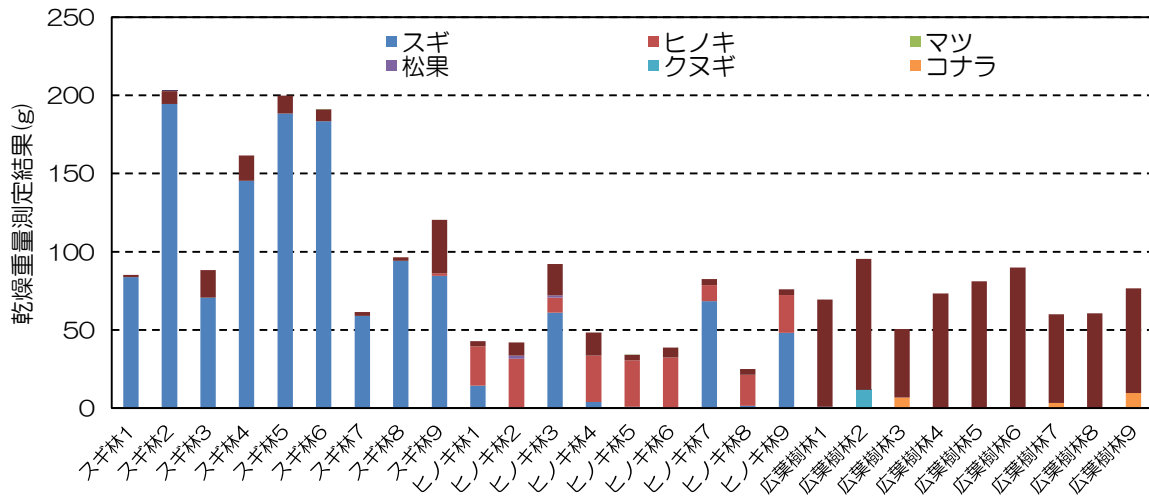


図3 小仏27林分における表層リターの組成

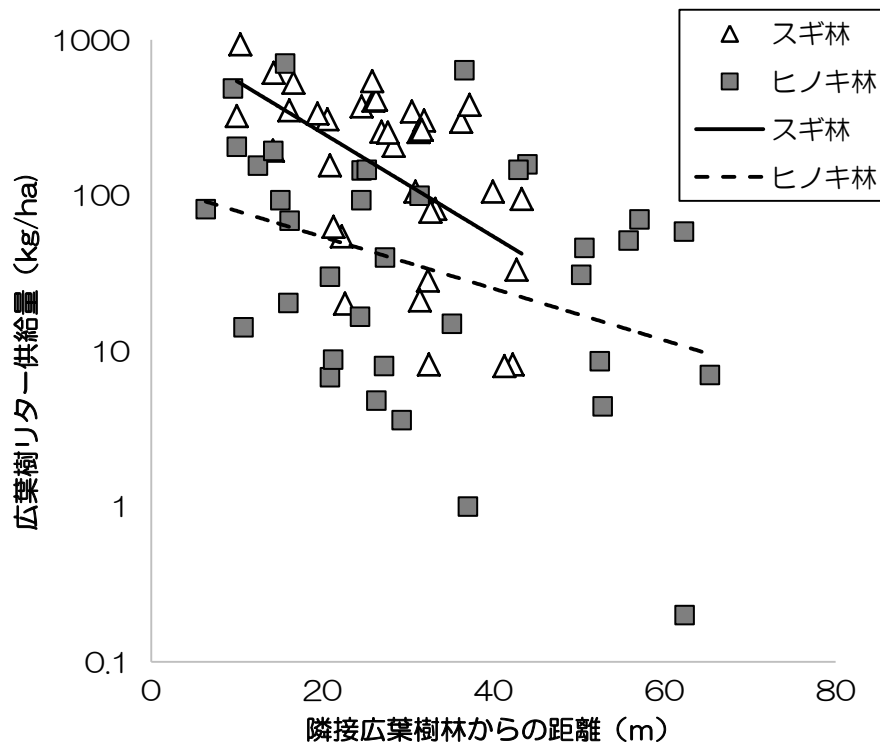


図4 小仏27林分における各林相別の広葉樹リター供給量に及ぼす隣接広葉樹林距離の影響

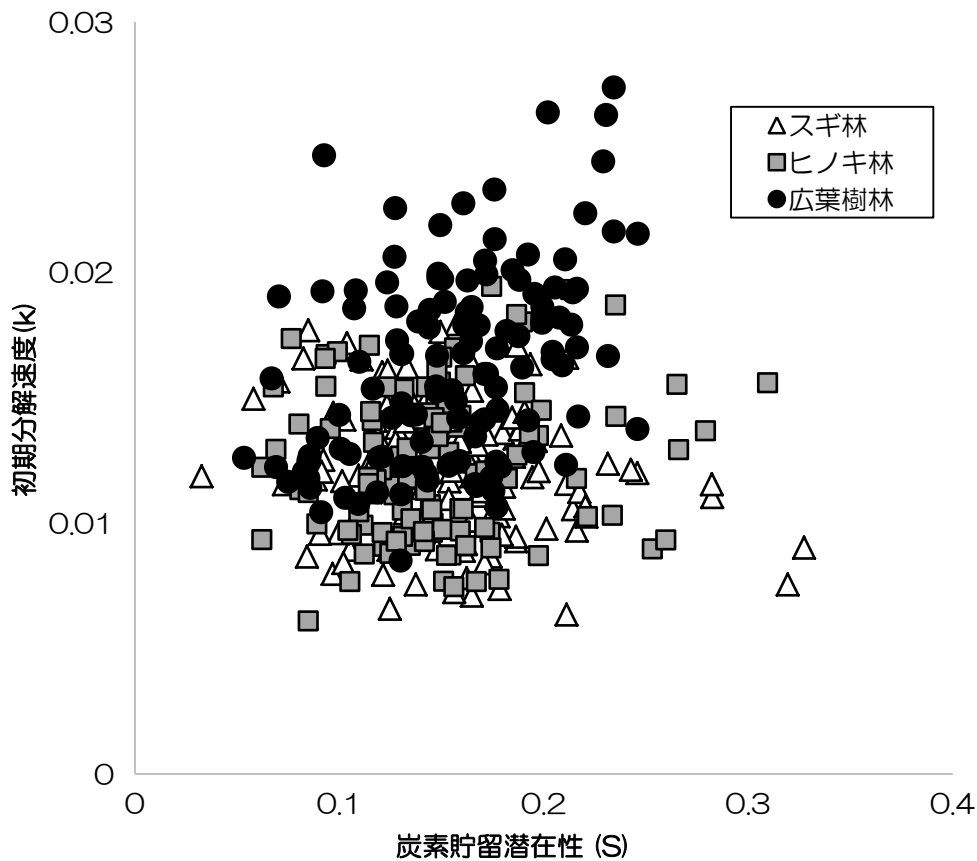


図5 小仏27林分における各林相別の初期分解速度(k)と炭素貯留潜在性(S)の比較

#### (8) 今後の課題

小仏27林分のスギ・ヒノキ・広葉樹林において土壌調査を行った結果、土壌環境の違いは、林分構造、および隣接する広葉樹林との位置関係による影響が大きい可能性が示唆された。今後は、これまでのモニタリング調査で蓄積された多分類群データを用いて、人工林や広葉樹二次林の生物多様性と土壌環境、周辺景観を総合的に解析することが重要である。

#### (9) 成果の発表

近藤博史, 田村淳, 遠藤幸子, 谷脇徹, 成瀬真理生, 指村奈穂子, 伊藤雅道, 青木淳一. 2018. スギ・ヒノキ林におけるリター供給と林床植生が昆虫と土壌動物の種多様性に与える影響. 日本生態学会第65回全国大会(札幌)の中で本成果の一部を発表。

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

B. 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次的アウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名 Be. 鳥類
- (2) 研究期間 平成 25 年度～
- (3) 予算区分 森林環境調査費
- (4) 担当者 遠藤幸子・田村淳・近藤博史

(5) 目的

神奈川県が実施している間伐等の森林整備が、鳥類の多様性や豊かさにもたらす影響を明らかにすることを目的とする。平成 26 年度と 29 年度に、神奈川県が確保している小仏山地と箱根外輪山周辺の水源林で鳥類の種と個体数のモニタリング調査を実施した。今回、この 2 度の調査結果を比較して各林分を利用した鳥類相に変化がみられたかどうかを解析し、次にその変化をもたらした要因について検討した。なお、野外調査は平成 26 年度はアジア航測株式会社、29 年度は（株）CTI アウラに委託した。

(6) 方法

小仏山地 27 林分と箱根外輪山 21 林分において、それぞれの林分を利用した鳥の種数と個体数を記録する定点観察調査を実施した。調査は、平成 26 年度と 29 年度の鳥類の繁殖期である 5 月から 6 月にかけて、1 林分において 2 回ずつ調査を実施した（平成 26 年度 小仏山地：6 月 2 日～30 日、箱根外輪山：5 月 26 日～6 月 20 日、平成 29 年度 小仏山地：5 月 15 日～6 月 9 日、箱根外輪山：5 月 8 日～6 月 3 日）。

森林生態系効果把握調査では、鳥類だけでなく植生や林分構造、他の生物分類群における調査を実施している（Ba-Bd 参照）。今後それらのデータと照合してデータ解析をすることを予定しているため、本調査では植生枠を含む 25m×25m 枠における鳥類の種と個体数を記録した。観察時間は 4:30 から 9:30 とし、解析では観察時間内において観察された種の合計値を用いた。なお、調査林分を通過しただけの個体については解析するデータに含めず、林分を利用した個体（採食など）のデータのみ用いた。

(7) 結果の概要

ア. 平成 26 年度と 29 年度に確認された鳥類種数の比較

平成 26 年度と 29 年度の調査で、各林分において確認された鳥類種数に違いがみられたかどうかを解析した。その結果、小仏山地と箱根外輪山周辺の両地域で、平成 29 年度に確認種数が有意に増加していた（小仏；Two sample t test；n = 27, t = -4.21, df = 52, p < 0.01, 箱根外輪山；Welch Two Sample t-test；n = 21, t = -2.38, df = 32.7, P = 0.02）。

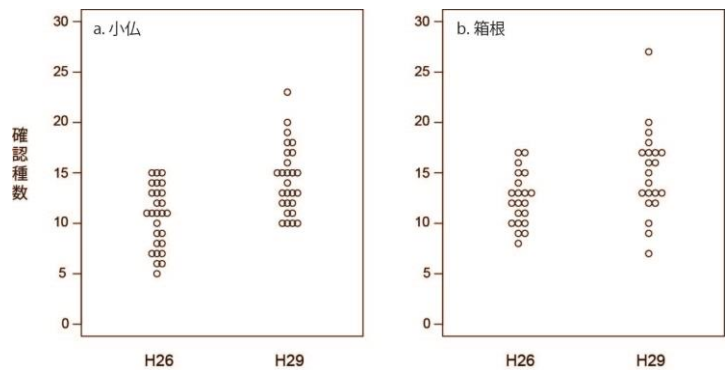


図 1 平成 26 年度と平成 29 年度の鳥類種数の比較

a) 小仏山地 (n = 27), b) 箱根外輪山 (n = 21) .

## イ. 平成 29 年度に確認種数が増えた要因の解明

平成 29 年度における鳥類の確認種数の増加した理由として、1) 渡り鳥や漂鳥が多く飛来する年であったため、2) 平成 26 年以降に林分内の環境が変化し、より多くの鳥類が利用できる環境となったため、3) 観察者が変わったため（平成 26 年度委託先：株式会社 アジア航測、平成 29 年度委託先：株式会社 CTI アウラ）の 3 つが考えられる。3)については、調査の委託条件として調査員は鳥類の種や声の同定できることを指定していること、さらに今回の解析では観察種数のみのデータを用いたことで、調査員の観察能力の違いが調査結果にもたらす影響をできるだけ小さくなるよう考慮した。したがって、1)と 2)の可能性について以下のとおり検討した。なお、2)については、今回は人為的な環境改変である森林整備の影響に着目した。

### (ア) 平成 26 年度に比べて 29 年度は渡り鳥や漂鳥などが多く観察されたか

平成 26 年度の調査では確認されず、平成 29 年度に初確認された種は小仏地域で 12 種、箱根地域では 5 種であった。これらには夏鳥や標高が高めの場所で繁殖する種が含まれた。これより、夏鳥と漂鳥の飛来の増加が平成 29 年度の小仏山地と箱根外輪山周辺で観察された種の増加に寄与していることが示唆された。

### (イ) 間伐等の森林整備の実施と種数の増減傾向との関係

各林分における鳥類の確認種数の増加には、林分内の森林環境の変化が関与している可能性がある。本調査が実施された林分では、平成 26 年度から平成 29 年度にかけて間伐等の森林整備がなされた林分が含まれる。そこで、森林整備の実施の有無が各林分を利用する鳥類種数の増減傾向に影響を与えるかどうかを解析した。

各調査林分における鳥類種数の増減傾向は次の式から求めた。

種数の増減傾向 = 平成 29 年度調査での確認種数 - 平成 26 年度での確認種数

つまり、平成 26 年度と比較して確認種数が増えたときにはプラスの値、減少のときはマイナスの値、変化なしは 0 をとる。その結果を図 2 に示した。現時点の解析においては、森林整備の実施と種数の増加傾向との間に明確な関係性はみられてはいない (GLM;  $n = 48$ , 尤度比検定, 負の二項分布, 整備の有無;  $df = 1$ ,  $p = 0.14$ , 優占林相;  $df = 2$ ,  $p = 0.72$ , 調査エリア;  $df = 1$ ,  $p = 0.24$ )。

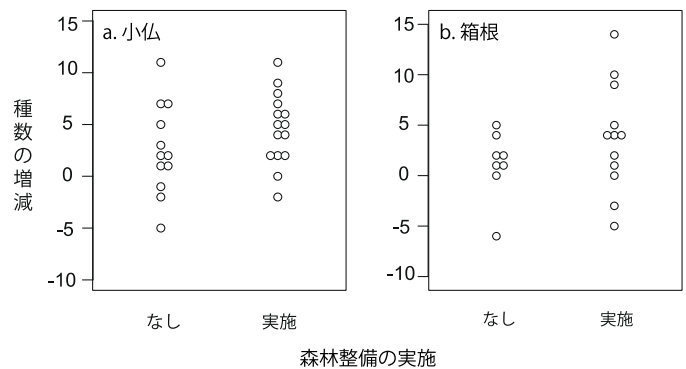


図 2 森林整備の実施と観察種数の増減傾向

(小仏：27 林分，箱根：21 林分)

## (8) 今後の課題

今回、確保された水源林の林分には、スギ、ヒノキ、広葉樹などさまざまな優占樹種が含まれる。林分を構成するこれらの優占樹種に着目し、より詳細な解析を進める。

## (9) 成果の発表

なし

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

B. 森林生態系効果把握調査による水源施策の2次のアウトカム（生態系の健全化）の検証

- (1) 課題名 Bf. 大型哺乳類  
(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・遠藤幸子・近藤博史・谷脇 徹・西口孝雄

(5) 目的

本課題では、各プロット（林分）における大型哺乳類の利用状況と出現頻度を把握することを目的として調査した。そして、平成25年度と同一林分、統一時期で調査していることから、時点間の変化を解析した。

(6) 方法

調査内容は、小仏山地の27林分と石砂山そばに新たに調査地とした1林分の計28林分において、各林分に2台のセンサーカメラを設置し、通過する哺乳類を撮影した。設置期間は平成29年12月上旬から平成30年3月上旬の3ヶ月までとした。撮影されたデータを、3枚連続で1回の出現として、撮影期間を90日に換算、集計した。本調査は(株)地域環境計画に委託して実施された。

(7) 結果の概要

28林分全体で15種の哺乳類が撮影された。撮影回数が10回以上となった哺乳類は、ニホンザル、ノウサギ、ニホンリス、アライグマ、タヌキ、テン、ニホンアナグマ、ハクビシン、イノシシ、ニホンジカの10種及びネズミ科の一種であった（図1）。撮影回数の上位5種はニホンザル（296回）、ニホンジカ（126回）、タヌキ（103回）、ノウサギ（81回）、テン（59回）であった。平成25年度の同一地点における調査（11月中旬から3月中旬までカメラ設置）と比較して、ニホンザルの撮影された林分は17か所から12か所へ、撮影された回数は377回から296回へ減少していた。タヌキでは、撮影された林分は26か所から20か所へ、撮影された回数は417回から103回へ減少していた。一方ニホンジカでは、撮影された林分は12か所から14か所へ、撮影回数は60回から126回に増加していた。

(8) 今後の課題

本調査手法はその場所の哺乳類相を把握するには適した手法である。しかし、過年度までの解析から、本調査手法では森林施策との関係を見出すことができていないため、施策による大型哺乳類への影響を把握することを目的とする場合、別の手法を検討する必要がある。

(9) 成果の公表

なし



林分番号

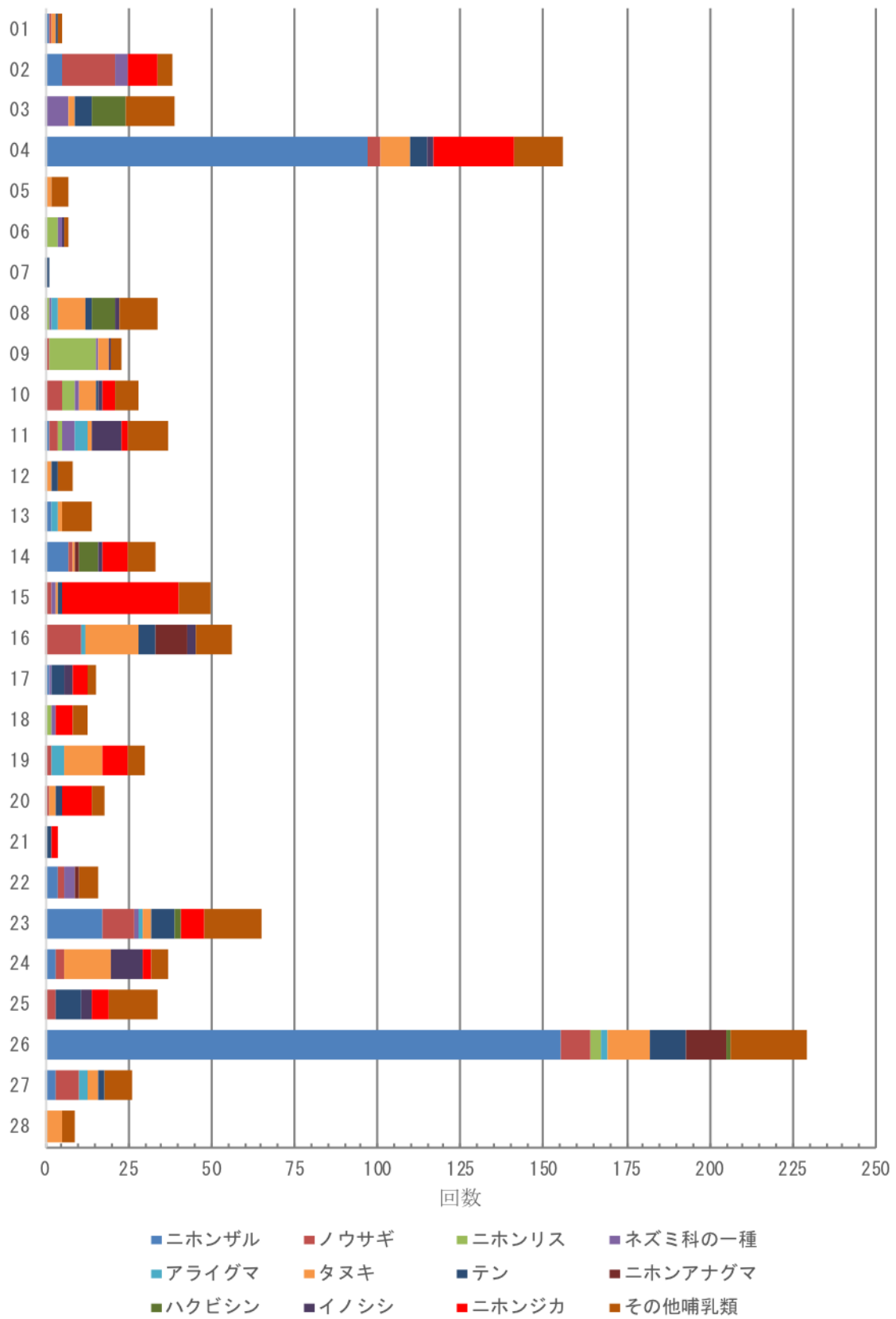


図1 各林分で撮影された主な哺乳類の撮影回数(2台3ヶ月あたり)