

(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－総括－**
- (2) 研究期間 **平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・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（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、南足柄フチジリ沢）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発表や研修会等の開催、ホームページによる情報提供を行った。

(7) 結果の概要

- ① プロジェクト推進にかかる会議・打合せ、研修会等の開催
プロジェクト推進に関する調整や調査結果の検討、外部研究者の助言を得るために、会議・打合せ・研修会等を開催した（表1）。
- ② 外部機関や他所属主催行事における研究発表等
水源施策の進捗に伴い、これまで以上に依頼講演等による成果発表の機会が多くなった。（表2）
- ③ 対照流域モニタリングのポータルサイトの更新
ポータルサイトを更新し、「水源地域の山地と森林・自然環境の特徴（動物）」、「研究成果報告会・研修会等の開催実績」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等一覧

開催日	会議名称等	区分	内容（主な議題等）
H30. 5. 23	個別打合せ (藻類研究所分析センター 福嶋悟センター長)	外部	H30年度付着藻類調査にかかる打合せ
H30. 5. 30	東京農工大学受託研究打合せ	外部	H30年度受託研究の実施にかかる細部打合せ
H30. 6. 5	東京大学受託研究打合せ	外部	H30年度受託研究の実施にかかる細部打合せ
H30. 6. 18	神奈川工科大学受託研究打合せ	外部	H30年度受託研究の実施状況等の細部打合せ
H30. 11. 1	個別打合せ（総合地球環境学研究所 申准教授）	外部	H30年度シーズ探求型研究事業（総合政策課）の研究計画の助言
H30. 11. 2	個別打合せ（京都大学 小杉賢一朗教授ほか）	外部	ヌタノ沢の流出解析にかかる助言/ゼミにて研究発表
H30. 11. 26	東京農工大学受託研究打合せ	外部	H30年度受託研究の実施状況にかかる細部打合せ
H31. 1. 21	第20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
H31. 3. 5	研究推進支援研修会	外部・庁内	森林の水源かん養機能における土壌の役割と岩盤地下水の関係 (京都大学 小杉賢一朗教授による講演)

(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を開始し、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。

表2 外部機関や他所属の主催行事における研究発表等一覧

開催日	行事名（発表内容）	主催
H30. 7. 11	水源林モニタリング成果説明会 （水源施策における森林の水源かん養機能の評価）	水源環境保全課
H30. 7. 30	水源環境保全・再生かながわ県民会議 県民参加ワークショップに係る検討調整会議 （かながわ水環境モニタリングの概要及び平成29年度のモニタリング結果について）	水源環境保全課
H30. 11. 29	自然再生事業研修（森林の水環境モニタリング調査について）	自然環境保全センター自然再生企画課
H30. 12. 1	第42回水源環境保全・再生かながわ県民フォーラム （水環境モニタリング（森林）について）	水源環境保全課
H30. 12. 6	平成30年度県試研究員交流会（水源施策の2次的アウトカムの検証）	総合政策課・自然環境保全センター（持ち回り開催）
H30. 12. 15	2018年度丹沢大山保全再生活動報告会 （水源環境の保全・再生対策と森林の水源かん養機能評価）	丹沢大山自然再生委員会
H31. 2. 3	湘南里川づくりフォーラム2019（丹沢の水源林再生）	湘南里川づくりみんなの会
H31. 2. 9	神奈川県農林水産系研究機関研究成果発表会 （かながわの水源地の再生ー良質な水の安定的確保をめざしてー）	神奈川県農業技術センター

(9) 成果の発表（主なもの）

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ー大洞沢における検討事例一、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30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 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 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 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. 観測機器の保守・改良(1) 設備・システム**
 (2) 研究期間 **平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・横山尚秀・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。なお、一部の機器の保守管理について、平成30年度は従来よりもきめ細かくメンテナンスを行ったため、別途報告する。

表1 観測施設整備・維持管理業務一覧（平成30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)
	No1量水堰の浚渫工事	5/15 ~ 7/31	(株)落合組
	NO5観測地点の改良(タワー下のセンサ再設置とロガー設定)	7/25 ~ 10/28	アズビル(株)
	NO5観測地点の改良(タワー上への温湿度センサ設置)	7/11 ~ 9/28	クリマテック(株)
	既設電源設備の延長(NO5観測地点から新規プロットまで)	10/30 ~ 3/28	矢作電設
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
	尾根の気象観測装置の修理(落雷影響による故障)	9/7 ~ 10/15	(株)ウイジン
	NO1~4量水堰の浚渫工事	1/31 ~ 3/29	(有)榎本工業
ヌタノ沢	植生保護柵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)	5/10 ~ 3/29	(株)ウイジン
	A沢量水堰の浚渫工事	11/1 ~ 12/20	(株)湯川組
フチヂリ沢	観測施設・システムの定期点検・保守※	7/27 ~ 3/28	日本工営(株)
	観測装置全般の詳細メンテナンスと気象センサ更新	12/21 ~ 3/29	(株)ウイジン

※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（大洞沢、貝沢、ヌタノ沢A沢）

大洞沢に関しては、平成29年度に県道工事との兼ね合いで実施を見送った浚渫工事を平成30年6月に実施した。貝沢、ヌタノ沢に関しては平成30年の台風による堆積土砂の浚渫を実施した。

表2 量水堰の土砂堆積と浚渫状況（平成30年度）

試験流域	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)		2018.9.4(台風21号) 2018.10.1(台風24号)		2018.9.4(台風21号)		
浚渫土砂量(m ³)	92.0	1.5	1.5	1.5	4.5	25.0	
実施日	2018.6.8-6-21		2019.2.16-20		2018.11.22-28		

イ. 大洞沢の気象観測施設の改良

No.1, No.5 の各気象観測地点のタワー設置（平成 29 年度実施）に加えて、気象センサ類の再整備を行った。また、間伐の効果検証のための新規プロット設定に伴い、電源延長のための電気設備工事を実施した。

表 3 平成 30 年度末時点の N05 気象観測地点の機器一覧

観測項目	タワー取付機種 (ロガーの従来チャンネル)	タワー下の旧位置機種 (ロガーのサブチャンネル)
温湿度	ヴァイサラ製湿度温度プローブ HMP155	アズビル製 HT-20
風向風速	YOUNG製 アズビルWS-D	—
日射	デルタオーム製 LP PYRA 03	アズビル製 SL-30
雨量	クリマテック製 CTKF-1	日本エレクトリック・インスルメント製 N78

ウ. 気象・水文センサ等の交換・更新

・貝沢No.2 気象観測装置の機器の交換

8 月 6 日の雷雨の影響により、貝沢の観測システム全体の中で、尾根のNo.2 気象観測装置と通信が不能になり、その後 8 月 13 日からは、観測値も記録できなくなった。このため、10 月 11 日にNo.2 気象観測装置のメディアコンバータ、遠隔計測監視システムのメモリモジュール、マルチファンクションモジュール、パルスモジュールを交換し、修繕を行った。

・ヌタノ沢の A 沢の濁度センサ交換

8 月 6 日の雷雨の影響により、A 沢の濁度センサが故障したため、8 月 14 日にポータブルの濁度計（センサ：TC3000、ロガー、バッテリー式）を設置して 1 月 9 日に撤収するまでの間の計測を行い、故障したセンサは 2 月 15 日に新たなセンサに交換し、従来のシステムによる計測を再開した。

・フチジリ沢の気象観測装置のセンサ更新

既設の風向風速計、温湿度センサについて、2 月 22 日に同機種のものに更新した。

(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、迅速に対応して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うなど、計画的機器の更新の必要がある。
- ・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（主なもの）

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次アウトカム（水源涵養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 **Ab. 観測機器の保守・改良 (2) 観測機器**
 (2) 研究期間 **平成30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 **丸井祐二・内山佳美**

(5) 目的

野外調査で使用する観測機器の保守、点検及び改良について、電気機器に関する高度な専門知識の観点から、低コスト、高精度、確実な長期観測を維持することを目的とした。下記の機器に関して、故障原因の特定、修理、動作確認等を行った。

機器	状態	イメージ
自動採水器 (Model 3700, ISCO 社)	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有する全9台のうち、動作しない2台は、業者による修理が必要で、費用が高額であるため、廃棄を検討している状態 ● 使用する外部バッテリーは大きく重く、設置作業が困難であるため、バッテリーの小型化を検討 ● 野外の動作状態にあっても設定サンプル水量以上のサンプリングされてしまうなどの問題点があるため、改善方法を検討 	
EC データーロガー (HOB0 U24, Onset 社)	<ul style="list-style-type: none"> ● 20台中不具合のある3台は、業者による修理費用が高価で、廃棄を検討している状態。 ● アプリケーションソフトHOB0ware Proとの接続で不明な部分があり、使いこなす上で操作ノウハウを明確化 	
センサーカメラ (SG560P/560K/TRE L10J, GI Supply 社)	<ul style="list-style-type: none"> ● 「電池の消耗が早い」、「動作しない」などのカメラの初期不良と思われる不具合の原因の確認 ● 「黒画、ノイズ画」など使ってみて初めてわかるトラブルなど、不良品扱い、要注意品のカメラが多数在庫となっていたため、原因確認と対策を検討 	
圧力式水位計 (UIZ-WL1000-N19, ウイジン社)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電源として2個使いしている9V電池は使い捨てだが、充電式電池に置き換えが可能と思われるので、仕様を調べた上で充電式への置き換えを検討 	
濁度計 (TC-500, OPTEX 社)	<ul style="list-style-type: none"> ● バッテリーの消耗が早いため、仕様を調べた上でバッテリーの長期電力維持の検討 	

(6) 方法及び結果の概要

ア. 自動採水器

動作不良 2 機のうち 1 台は、機械部にあるカムを軸に固定するピンが抜けて空回りしていたため、代替ピンを作成して修理した。もう 1 台の動作不良器は DC モーターの固定位置がずれて歯車にきつく当たり、正常回転できていなかったため位置をずらし、歯車がスムーズに回るようにして復旧させた。

バッテリーは外付けで 12V、55Ah、重さは 16kg のものが使われていたが、この採水器の最もよく使用する設定は、「1 時間おきに 24 サンプルの採水」であり、オーバースペックであることがわかった。動作確認した結果、5Ah で充分であった。また 5Ah では形状も小さくなるため、採水器の内部に収納できた。実際の野外調査においては余裕を見て 7.2Ah のバッテリーに置き換えることにした。

設定量以上にサンプリングされる動作に関して、原因は採水チューブが必要以上に長く、注水、排水の過程でチューブ内に残った水がそのままサンプリングボトルに入ってしまったためであった。採水器の設定項目に採水チューブの長さ設定があるので、現場にあわせてチューブを短く切り、設定値をその通りに設定することにより、ほぼ設定値通りの採水ができるようになった。

イ. EC データロガー

不具合の 3 台中、1 台は内蔵電池切れであった。2 台には内蔵電池切れは見られないものの、購入時からの年数を考えると内蔵電池の使用期限が切れていると判断できた。ただし、電池交換は 3.6V リチウム電池が回路基板に直接半田付けされているため、一般的な半田ごてでは不可能で、高度な半田付け技術がないと難しい。今回は高性能な半田ごてを使って、内蔵電池を交換し、修理を完了した。

一方、アプリケーションソフト HOBOWare Pro との接続で、ロガーの電池電圧を監視できることがわかったため、この設定を ON にして使うことにした。これにより今後データに異常があった場合は電池切れかどうか判断材料に加えることができるようになった。また、HOBOWare Pro を最新版に Version Up した結果、日本語対応が可能となり、使いこなしが容易にできるようになった。

ウ. センサーカメラ

カメラの初期不良と思える症状の「電池の消耗が早い」、「動作しない」ことについて、原因は大きく二つあった。ひとつはカメラに使用していた単三電池が、充電式の 1.2V ニッケル水素電池 4 本であり、このカメラの推奨電源電圧の 6V を下回っていた。電池の残量表示を見ても初めから一目盛り下がった位置にあった。もうひとつは、4 本直列の充電式電池を使用しており、接点の接触不良も誘発する恐れがあるため、使用する上で注意する必要がある。そのほか、充電式電池を使用する場合の具体的な注意点は、「充電済みでしばらく放置したものを使うのではなく、できるだけ直近で充電すること」、「100%充電できていることをインジケータではなくテスター等で確認すること」、「実際に電池を入れた状態で、電池の接触不良がないことを確認すること」などであり、確認作業の必要性を担当者に伝えた。

「黒画、ノイズ画」など、データ回収して初めてわかるカメラの不具合については、カメラのファームウェアの変更によって改善されることがわかった。ただし、黒画については別原因で、メーカーによる修理が必要になることがわかった。今後も黒画の不良が増えるようであれば機種変更を検討する必要がある。これらの不良原因で最も多いのは雨水が内部に入って使用できない状態にしてしまうことである。付属品のカバーなどもあるが高価であるため、ペットボトルを利用したカバーを作成した。



エ. 圧力式水位計

圧力式水位計には 9V 角電池を使用しており、定期的な交換が必要である。現在は使い捨て角電池を使用しているが、単一あるいは単二の充電式電池(ニッケル水素電池)に置き換えが可能であれば、廃棄物を減らし、在庫電池の有効利用ができると考えた。大洞沢の地下水観測井戸で試験導入した結果、問題ないことが確認できた。今後は電池ソケットなど部品をそろえて他地点にも水平展開する予定である。

オ. 濁度計

濁度計の電源には 12V、12Ah のバッテリー（鉛蓄電池）を使用していたが、消耗が早いため、持久性の高い 2 倍の 12V、24Ah 品に置き換えることを検討した。しかし、現状の（電気観測機器を風雨から守るための）収納ボックスには入らないため、箱を改造して収納できるようにした。12V、24Ah のバッテリーでフル充電後 2 ヶ月間は使えることが確認できている。

(7) 今後の課題

電池についての基本的な知識を周知する必要がある。たとえば、電池は負荷をつながなくても自然放電するので使わなくても電圧は下がること、電池の種類によって放電特性が異なるので使用する機器によって使い分けすれば効率的に使えること、その電池にあった充電器で正しく充電して使えばスペック通り長く使える上、発熱や爆発などの事故は起きないこと、など周知する必要がある。わからないことを調べる習慣や、廃棄物を極力出さないという考え方の徹底、知り得た情報のドキュメント共有なども必要である。

(8) 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次アウトカム（水源涵養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ac. 定期観測記録
 (2) 研究期間 平成25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 大内一郎・丸井祐二・安部 豊・内山佳美

(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（図1）で、植生保護柵の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関する基礎データ（流量、水質等）の収集、把握を行っている。

(6) 方法

調査概要を表1に示す。

中長期的なモニタリング調査として、4試験流域で平成30年4月から平成31年3月までの1年間、月1回計12回の定期観測を実施した。

断面流速法または容積法により流量の測定を行うとともに水位標による水位観測および地下水の水位観測、普通雨量計による雨量観測などの水文観測、測定機器による水温、電気伝導度（EC）、pHの測定を定期調査として実施した。これに加え不定期調査として、洪水時の河川水の水質調査、雨水の雨量・水質調査、コドラート法による植生調査、設備並びに柵の保守点検を実施した。

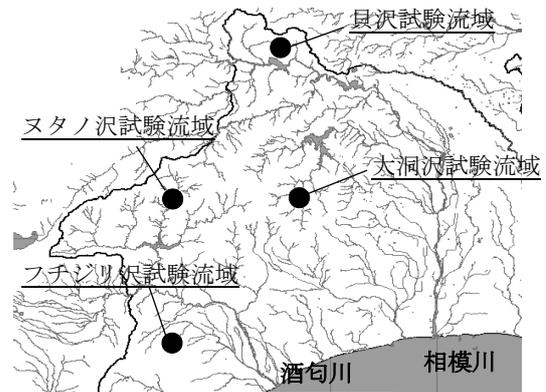


図1 選定した試験地の位置図

表1 調査概要

調査別	対象	調査場所	項目	方法	流域			
					貝沢	大洞沢	スタノ沢	クラミ・フチジリ沢
定期調査	河川	流量堰	流量	容積法または断面流速法による流量測定	No.4, 5	×	中川 1, 2	林道橋下の2地点
			水質	採水および測定機器による EC, pH, 水温測定	No.4, 5	No.1	中川 1, 2 西丹沢 VC※	林道橋下の2地点
			水位	ポイントゲージによる実水位観測	No.5	×	中川 1, 2	林道橋下の2地点
	雨水		雨量	容量式雨量計による雨量観測				
			水質	採水および測定機器による EC, pH, 水温測定	×	×	中川 1	×
	地下水	観測井戸	水位	水位計を用いた地表面を基準とした実水位までの深さの観測	No.3	沢沿い 斜面中腹	尾根沿い	尾根
			データ回収	データロガーによる連続水位データ回収				
保守			バッテリー交換など					
不定期調査	河川	流量堰	洪水時水質	オートサンプラーによる採水および濁度、SS測定。実流量を除く水質項目を洪水時前後に実施	×	×	○	×
			雨量	容量式雨量計による雨量観測	×	×	○	×
			水質	採水および測定機器による EC, pH, 水温測定	×	×	○	×
	植生	試験区内外	植生分布	コドラート法による観察および写真撮影	×	×	○	×
	設備	通信設備	保守	データ取得システムの状況確認および調整	×	○	×	×
	柵	柵の内外	保守点検	目視により植生保護柵に破損等がないかの確認	×	○	○	×

※スタノ沢北方約500mに位置する「西丹沢ビジターセンター」の中川本流の水質調査

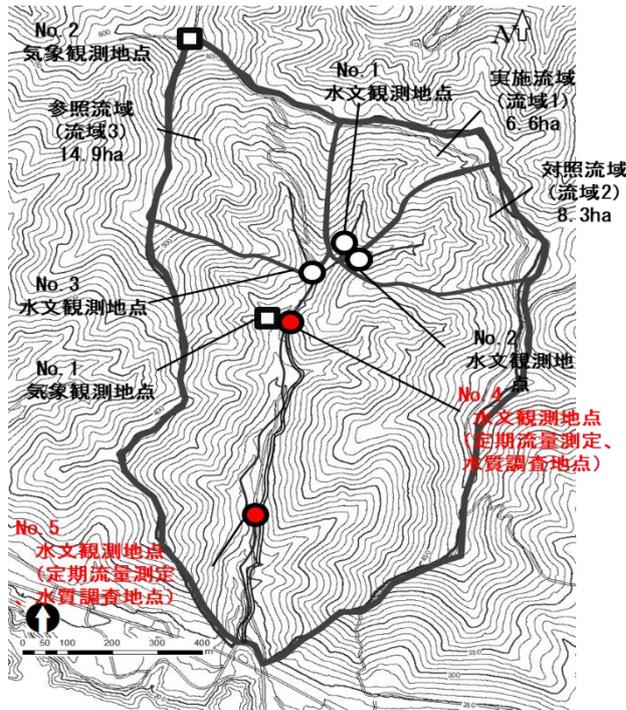


図 2-1 貝沢調査地点

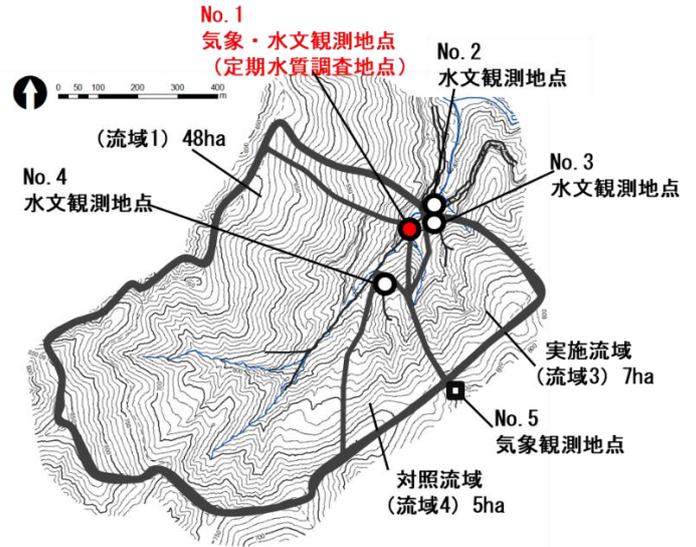


図 2-2 大洞沢調査地点



図 2-3 クラミ・フチジリ沢調査地点

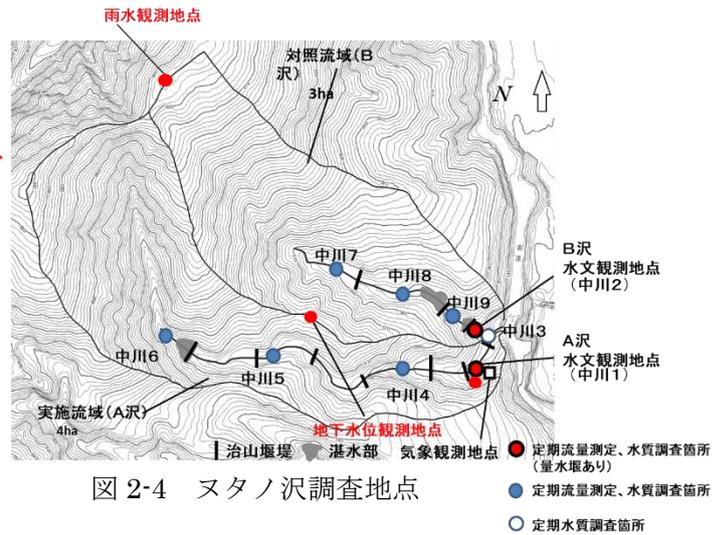


図 2-4 ヌタノ沢調査地点

(7) 調査結果の概要

ア. 貝沢調査結果

貝沢の調査項目（表 2）、流量測定結果（図 3）、水質調査結果（図 4）を以下に示す。

流量は 10 月に最大となり、その後減少傾向がみられた。地点別にみると No.5 が No.4 より常に高い値を示した。水温は季節変動を示し、夏に高く、冬に低い値を示した。電気伝導度は大きな変動はみられなかったが、両地点とも洪水の後に若干低くなる傾向を示した。pH は両地点ともあまり変動はなく、ほぼ一樣な値であった。

表 2 貝沢調査項目

流域	項目	年月日	2018 年									2019 年		
			4 9	5 10	6 7	7 9	8 13	9 10	10 4	11 5	12 3	1 7	2 14	3 18
貝	流量等	容積法	○	×	○	○	×	×	○	×	○	○	○	
		断面流速法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		水位	○	○	○	×	○	×	×	○	○	○	○	
沢	水質	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		電気伝導度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		pH	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	

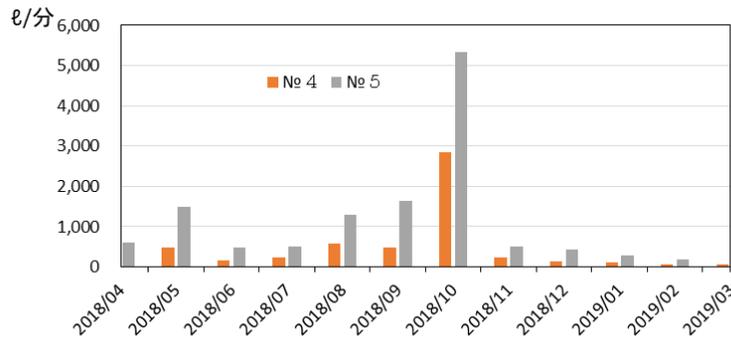


図 3-1 貝沢の地点別流量

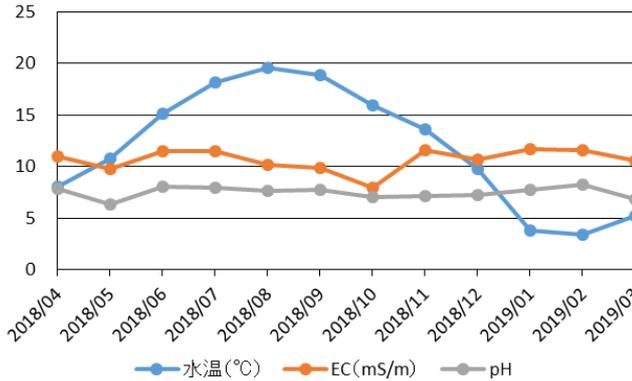


図 4-1 貝沢No.4 地点河川水の水質

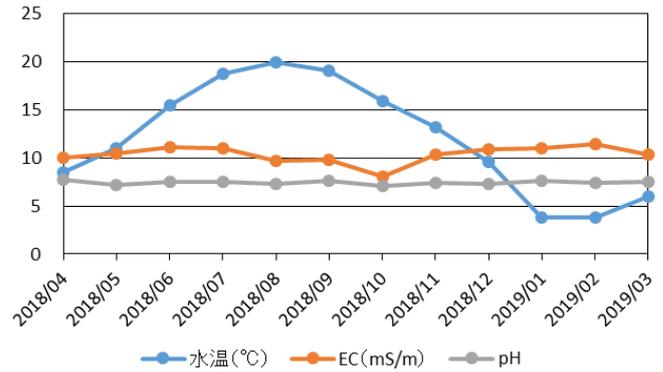


図 4-2 貝沢No.5 地点河川水の水質

イ. 大洞沢調査結果

大洞沢の調査項目（表 3）、地下水位観測結果（図 5）、水質調査結果（図 6）を以下に示す。

地下水位は、沢沿い、斜面中腹の地点とも冬に若干下降する傾向がみられた。河川水の水温は季節変動を示し、8月に17.2℃の最大値を示し、2月に5.8℃の最小値を示した。電気伝導度、pHは大きな変動はなく、ほぼ一樣な値であった。

表 3 大洞沢の調査項目

流域	項目	年月日	2018年									2019年			
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
大洞	水質	水温	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		電気伝導度	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		pH	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
沢	地下水	水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		データ回収	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		バッテリー交換	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	
沢	通信設備内点検	柵の点検	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	
		柵の点検	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	

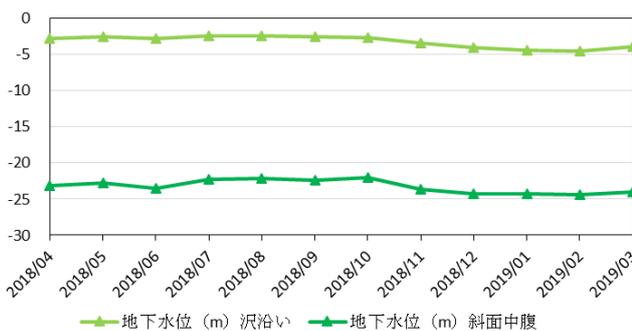


図 5 大洞沢の地点別地下水位

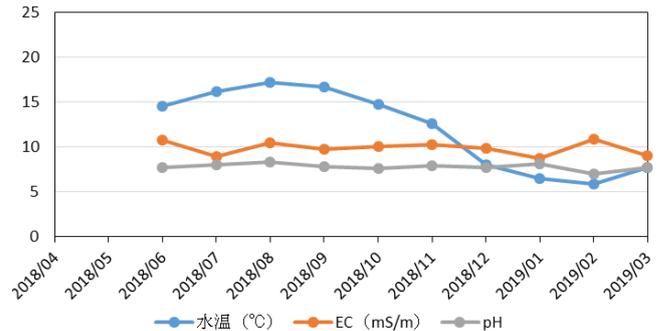


図 6 大洞沢No.1 地点の河川水の水質

ウ. クラミ沢、フチジリ沢調査結果

クラミ沢、フチジリ沢の調査項目（表4）、流量測定結果（図7）、水質調査結果（図8）を以下に示す。

流量は5月に最大値、2月に最小値を示した。7月を除いてクラミ沢よりフチジリ沢のほうが高く、約2倍の値を示した。水温は季節変動を示し、夏に高く、冬に低い傾向を示した。電気伝導度、pHは大きな変動はなく、ほぼ一般的な値であった。

表4 クラミ沢、フチジリ沢の調査項目

流域	項目	年月日	2018年												2019年		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
			9	14	4	12	7	6	9	6	6	9	7	14			
クラミ沢・フチジリ沢	流量等	容積法	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
		断面流速法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	水位	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
水質	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	電気伝導度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	pH	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
地下水	水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	データ回収	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	バッテリー交換	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×		

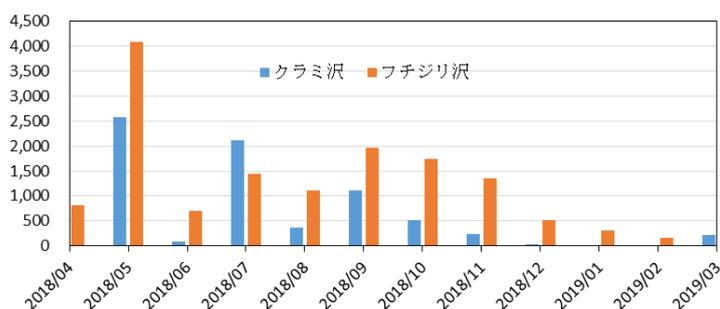


図7 クラミ沢、フチジリ沢の流量

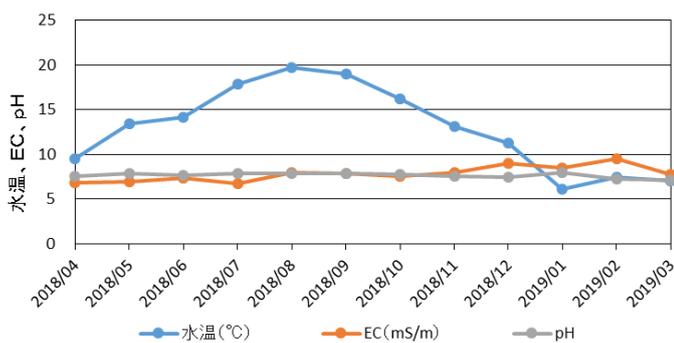


図8-1 クラミ沢河川水の水質

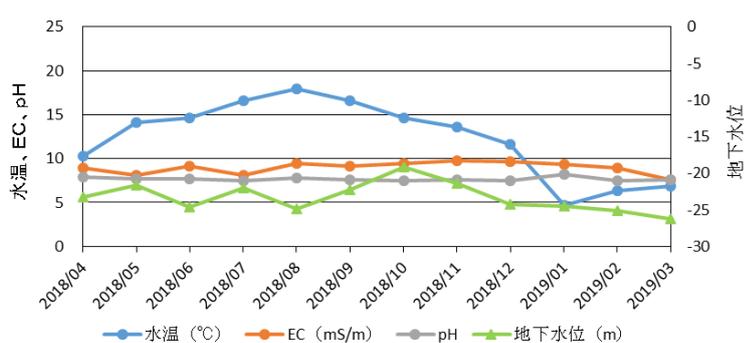


図8-2 フチジリ沢河川水の水質、地下水位

エ. スタノ沢調査結果

スタノ沢の調査項目（表5）、流量測定結果（図9）、地下水位・雨量観測結果（図10）、水質調査結果（図11）を以下に示す。

流量は9,10月にかけて増加傾向を示し、その後減少傾向を示した。地点別にみると量水堰（中川1、中川2）を除くと中川5、中川8（岩盤部）で若干多い傾向を示した。水温は季節変動を示し、夏に高く、冬に低い傾向を示した。なお、西丹沢VCの河川水水温の変動幅は、スタノ沢に比べ小さかった。電気伝導度、pHは大きな変動はなく、ほぼ一般的な値であった。

雨水の電気伝導度は、河川水に比べて一桁低い値であった。

表 5 ヌタノ沢の調査項目

流域	項目	年月日	2018年									2019年		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
			10	17	12	10	14	11	10	6	13	9	7	12
ヌ タ ノ 沢	流量等	容積法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		断面流速法	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
		水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	水質	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		電気伝導度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		pH	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
雨水	洪水時水質※				27	2, 28								
	洪水時雨量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	水温, EC, pH	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
地下水	洪水時水質※				27	2, 28								
	水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	データ回収	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	バッテリー交換	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	
	植生調査	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	
柵の点検	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×		

※水質：水温，EC，pH

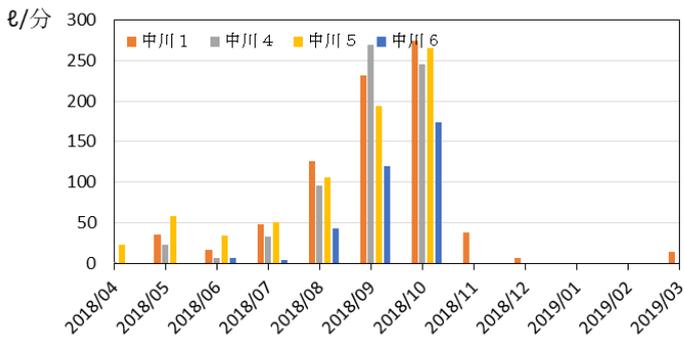


図 9-1 ヌタノ沢 A 沢の流量

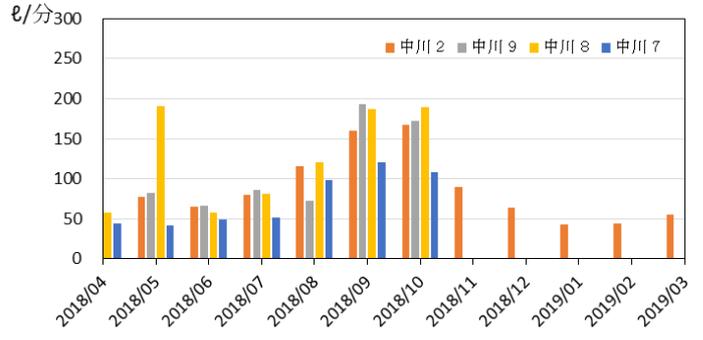


図 9-2 ヌタノ沢 B 沢の流量

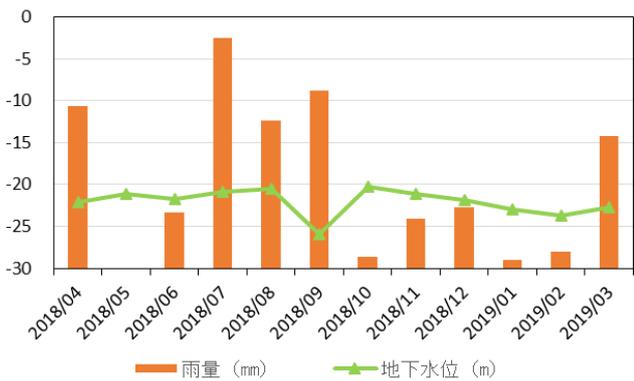


図 10 ヌタノ沢 A 沢の地下水位、雨量

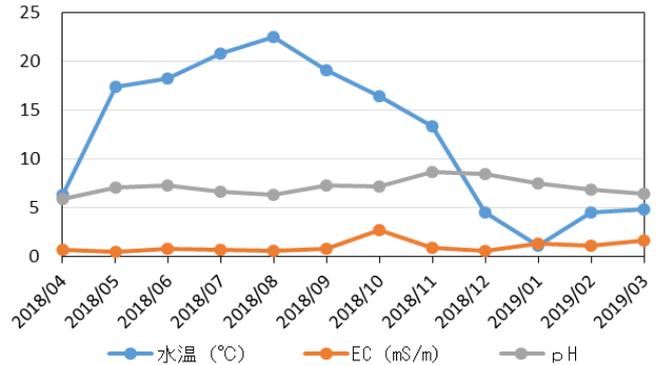


図 11-1 ヌタノ沢 A 沢雨水の水質

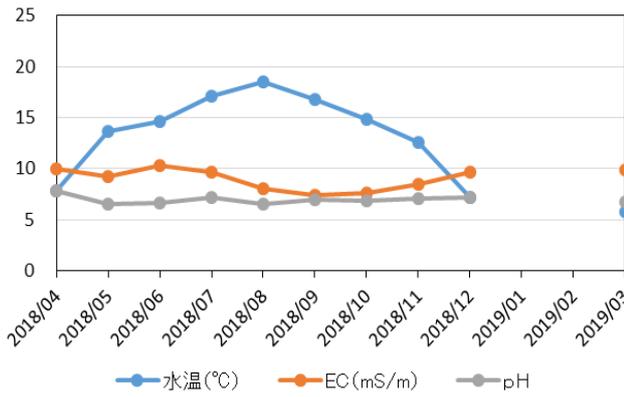


図 11-2 ヌタノ沢 A 沢中川 1 の河川水の水質

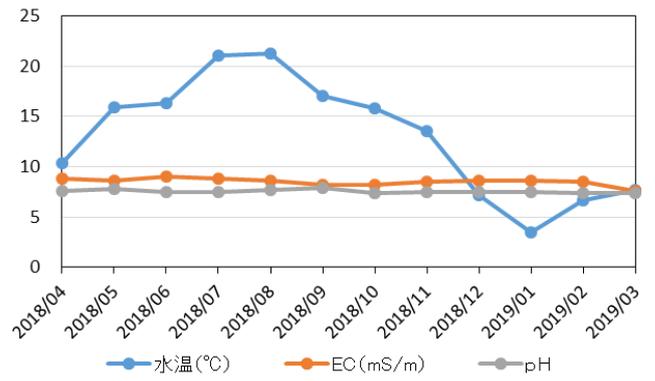


図 11-3 ヌタノ沢 B 沢中川 2 の河川水の水質

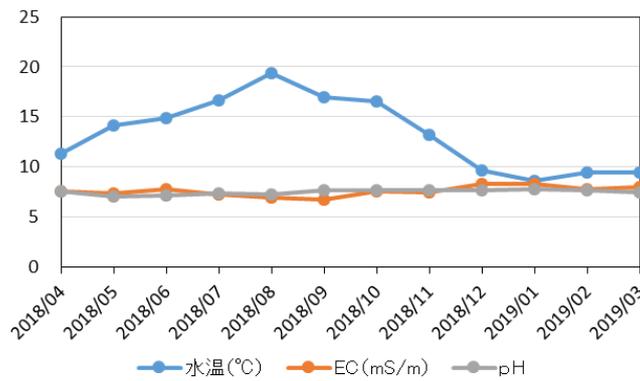


図 11-4 ヌタノ沢周辺西丹沢 VC の河川水の水質

(8) 今後の課題

なし

(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 Ad. 大洞沢モニタリング調査・研究 (1) 遮断、蒸発散
(2) 研究期間 平成 19～令和 3 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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・横山尚秀

(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、基本的な水循環の実態把握と森林整備による水源かん養機能への影響を把握することを目的とする。

(6) 方法

本研究は、東京大学への受託研究により実施した。（研究成果詳細は、受託研究報告参照）

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。

・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。

・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。

・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。

・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。

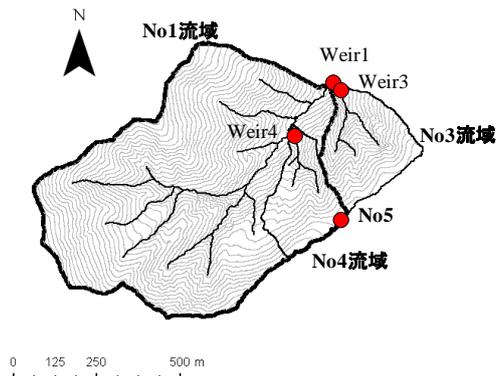


図1 大洞沢流域 観測地点

(7) 結果の概要（主なもの）

ア. 2018年の降水量・流量

2018年は、2017年10月の土砂流出の影響を受けて、No.1流域において長い流量欠測期間が生じたため、HyCyモデルを用いて流量を補完した。結果として、年降水量は3071mm、No.1、3、4流域

の年流出量はそれぞれ 2,372 mm、2,189 mm、3,317 mm の値を得た。

イ. 蒸発散量

林内雨量は林外雨量のおおよそ 82% だった。樹幹流は量が多く、しばしば 70L のボトルがあふれてしまった。測定可能だった場合の樹幹流量の割合は 4% だった。以上より、遮断率は 14% と予想された。

蒸散量については、詳細な検討が行われた結果、年間で降水量の 14% 程度 (387 mm) と推定された。既存の年水収支を用いた検討から、大洞沢においては、年間降水量 3,000 mm に対して蒸発散量はおおよそ 800 mm であると推定されている。つまり、この 800 mm のうち、遮断蒸発量と蒸散量がおおよそ半分ずつを占めることが明らかになった。

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_3^- 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。2018 年もその傾向は継続しており、生物吸収を受けない Cl^- を用いて基準化しても明瞭な減少が確認された。No. 3 流域の $\text{NO}_3^- / \text{Cl}^-$ 比は、No. 1, 4 流域のものより低くなっていた。この傾向は、植生保護柵設置により No. 3 流域の NO_3^- 濃度が低下した可能性を示唆している。

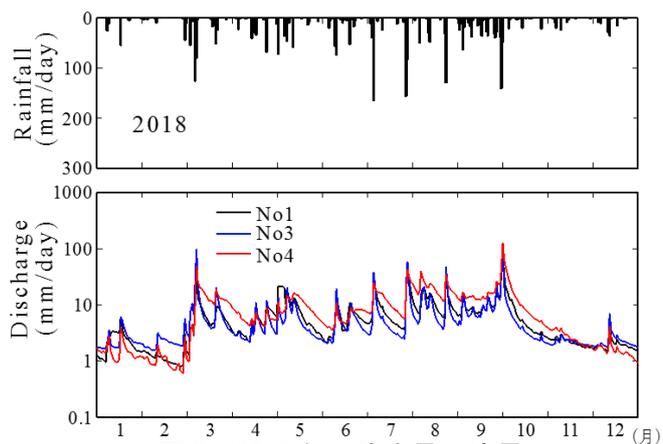


図 2 2018 年の降水量・流量

植生保護柵設置

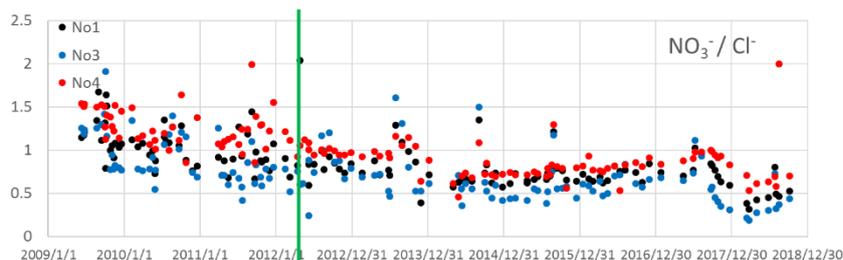


図 3 植生保護柵設置前後の Cl^- 濃度で基準化した NO_3^- 濃度の時系列変化

(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 (主なもの)

Tomoki Oda, Masakazu Suzuki, Tomohiro Egusa and Yoshimi Uchiyama (2012) Effect of bedrock flow on catchment rainfall-runoff characteristics and the water balance in forested catchments in Tanzawa Mountains, Japan. *Hydrological Processes*, 27, 26, 3864-3872. DOI: 10.1002/hyp

Takanori Sato, Tomoki Oda, Yasunori Igarashi, Masakazu Suzuki and Yoshimi Uchiyama (2012) Circumferential sap flow variation in the trunks of Japanese cedar and cypress trees growing on a steep slope. *Hydrological Research Letters*, 6, 104-108. DOI: 10.3178/hr1.6.104

(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. 大洞沢モニタリング調査（2）植生被覆・土砂流出
(2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・横山尚秀

(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、基本的な土砂流出動態の把握と森林整備による水源かん養機能への影響を把握することを目的とする。

(6) 方法

本研究は、東京農工大学への受託研究により実施した。（研究成果詳細は、受託研究報告書参照）

A. 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。

・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おける土砂堆積量を定期的な横断測量により計測した。また、流域末端部の量水堰の濁度観測結果について解析を行った。

・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。

・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、気温データの解析を基に、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。

・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）量から、斜面や流域の土壌侵食量を推定した。

・対照流域の水温形成

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

(7) 結果の概要（主なもの）

A. 斜面植生保護柵設置7年後の林床植生分布と植生種

柵内（流域No.3）と柵外流域（流域No.4）に0.5×0.5mのプロットを計38箇所設置し、プロット内とその周辺を対象とし、2018年7月と9月に植生および立地条件を調査した。柵内と柵外流域ともに尾根部に被度1～6、斜面中腹部に被度4、谷部に被度1～3が分布する傾向がみられた。

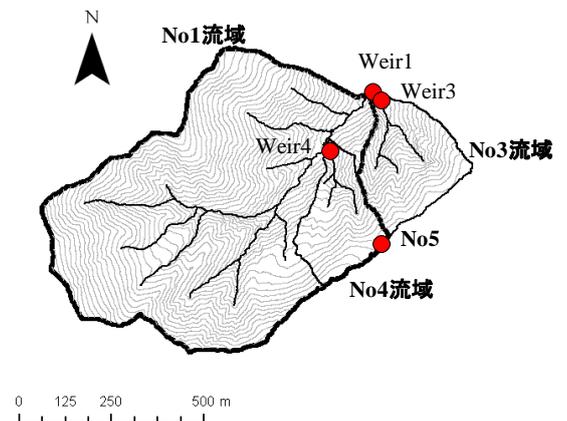


図1 大洞沢流域 観測地点

柵内全体で 79 種、柵外全体で 62 種の林床植生が確認された。嗜好非耐性種が柵内で 21 種、柵外で 11 種と大きな差がみられた。柵内の植生に注目し、出現箇所を尾根部、斜面中腹部、谷部で検討した。尾根部では 1 プロットあたり 4 種が出現し、累計 30 種が出現した。斜面中腹部では 1 プロットあたり 8 種が出現し、累計 33 種が確認され、20 種が木本、13 種が草本であった。谷部では 1 プロットあたり 2 種が出現し、草本が中心であった。斜面中腹部で樹冠開空度 (16%) が最も高く、かつ土柱による土壌侵食指標 (1.4cm) も小さいことから、植生の生育には好環境であり、シカの採食圧減少後に、顕著な回復がみられたと考えられた。すなわち、流域内の立地条件を考慮することは、植生保護柵導入による効果的な植生回復を検討する上では重要であると考えられた。



図 1 流域内の上層木と林床被覆の分布

イ. 柵内流域トランセクトにおける植生変化

流域 No. 3 の斜面下部から尾根部までのトランセクトにおける調査結果から、植生保護柵設置後の植生量には年々変動が見られた。しかし、平均的には、年間を通して 50g/m²程度の乾燥重量を維持しており、雨滴衝撃などによる土壌侵食抑制効果は維持されているものと判断できた。植生保護柵設置後では、斜面脚部や崩壊跡地では、植生回復している斜面脚部などの箇所もあり、植生分布としては回復の兆候がみられる。しかし、植生量としては、2016 年～2018 年にかけて、尾根部付近において一定もしくは、一部減少している箇所もみられる。これは、スギ・ヒノキ人工林の樹冠が閉塞し、林床植生の生育に十分な光環境が得られていないことも影響していると考えられた。

ウ. 土砂流出量の継続的観測とその特徴

大洞沢の観測流域では、継続して土砂流出量の観測を行い、流域 No. 3 では年間 3.2±4.5t/ha、流域 No. 4 では年間 1.6±1.5t/ha の土砂流出量があることを確認した。2016 年の大規模土砂流出量後に 2017 年では流出量が一時的に減少するが、2018 年は平年並みの土砂量となった。

(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。
- ・流域内の斜面の土壌や土砂の生産、溪流における土砂流出にかかる継続測定データを踏まえ、丹沢における流域スケールの土砂流出動態の実態を整理していく必要がある。

(9) 成果の発表 (主なもの)

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.

Pham Vu Minh, Takashi Gomi, Yoshimi Uchiyama (2018) Spatial and temporal variability of fine sediment transport ratio from hillslopes to channels in a headwater catchment. インタープリメント 2018. 2018 年 10 月 1～3 日, 富山

大平充, 五味高志, 内山良美 (2019) 山地溪流における底生無脊椎動物群集に対する林相と地質の複合的な影響の検討. 第 130 回日本森林学会大会. 2019 年 3 月 20～23 日, 新潟市

(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. 貝沢モニタリング調査・研究 (1) 流出過程
(2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・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、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、受託研究報告書参照）

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。

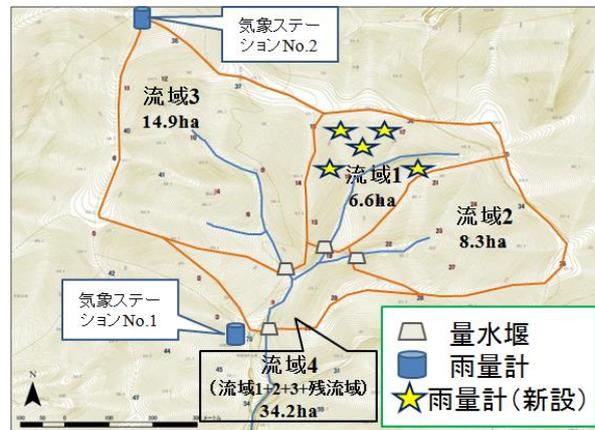


図1 貝沢（流域1～4）

(7) 結果の概要（主なもの）

ア. 水文観測結果

2018年は欠測期間が生じたが、それを除くと、全般的に流域1と流域4において基底流出成分が安定して存在する一方、流域2では無降雨期に流量が0もしくは0に近い値となるのが特徴である。

イ. 樹冠遮断量測定

人工林の間伐によって水収支のうち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ため、貝沢試験流域内の人工林で立木密度等の異なる4プロット（立木密度：粗、立木密度：密、巨木林、複層林）において、樹冠遮断量の測定を行った。2018年までの測定結果から、プロットごとの林外雨と樹冠通過雨の関係は図4のとおりであり、どのプロットも林外雨と樹冠通過雨の相関係数（R2）は0.99と近く、高い相関を示した。全体的にみると、樹冠通過雨の比率が高いプロットは、順に、「複層林 > 巨木林 > 疎 > 密」となった。立木密度では、複層林プロットと密プロットの本数が多いが、密プロットでの樹冠通過雨が最も低い値を示した。複層林におい

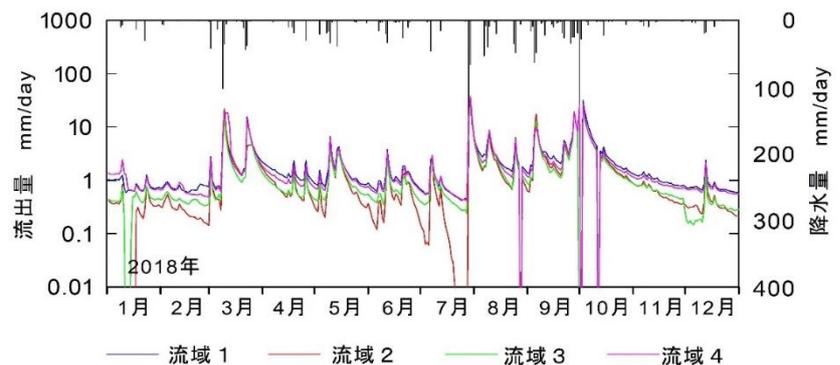


図2 2018年の降水量・流量

ては下層を形成しているヒノキの樹高が低く、上層を形成している（複層林の）巨木の立木密度が低いことが、林床まで通過する林内雨量の値に影響していると考えられる。このため複層林プロットと巨木林プロットの樹冠通過雨比率は等しく高い値となっている。以上のように、立木密度の小さい巨木林への林相の変化は、林床まで到達する降水量を増加させる効果があることが期待できる。反対に、樹高が比較的高く、立木密度が高い林分では、林床まで到達する降水量が少なくなると判断できる。

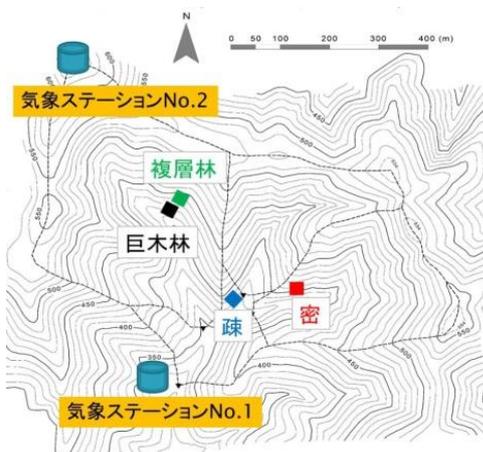


図3 樹冠遮断量測定プロットの位置

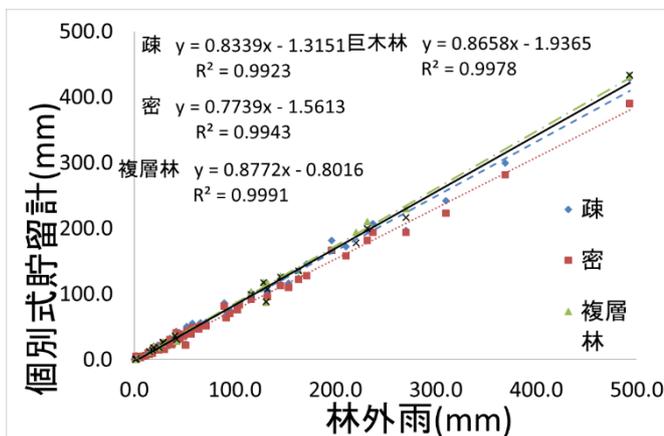


図4 林外雨と樹冠遮断量の関係

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

(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, 白木 克繁, 内山 佳美 (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、2014 年 3 月、さいたま市
 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、神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 81-89.

(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. 貝沢モニタリング調査・研究 (2) 窒素循環
(2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・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、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

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、受託研究報告書参照)

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、流域の物質循環について調査を継続した。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(定性)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、溪流水質測定等であり、平成24年度及び平成28年度の整備に調査区を設けた。

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。さらに、平成29年度以降は、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等の調査、平成30年度はNO_xガス濃度の調査を追加して実施した。



図1 調査区の位置と渓流水採取場所

(7) 結果の概要(主なもの)

群状伐採区、間伐区、対照区における照度・開空度・地温・窒素無機化量の測定結果から、窒素無機化速度と成長期の平均地温・地温平均日格差・SRI×開空度の各関係において比較的相関が高かった。群状伐採や間伐は、林床への陽光の到達確率を増やし、地温上昇や日較差の増幅をもたらすことで、表層土壌の窒素無機化を促進させること、さらにそれは貝沢の整備地内においては、同一斜面における伐採規模の違いよりも斜面方位による違いのほうが大きくなることが分かった。

群状伐採や間伐により表層土壌で増大した無機態窒素の土壌深部への移動量増減は不明瞭であり、リターフォールや下草バイオマスなどから推定される植生の窒素吸収量の大きさから、水源林整備で生じた無機態窒素はほとんど植生に吸収され森林生態系の循環系に保持されていると考えられた。各流域末端における水質測定結果から、渓流水の窒素濃度や窒素流出量に対する水源林整

備の影響はわずかであり、溪流周辺の皆伐を避け丁寧に間伐することで、溪流から離れた斜面に群状伐採をおこなっても下草も含めた植生の窒素吸収によって水質形成機能は維持されるといえる。

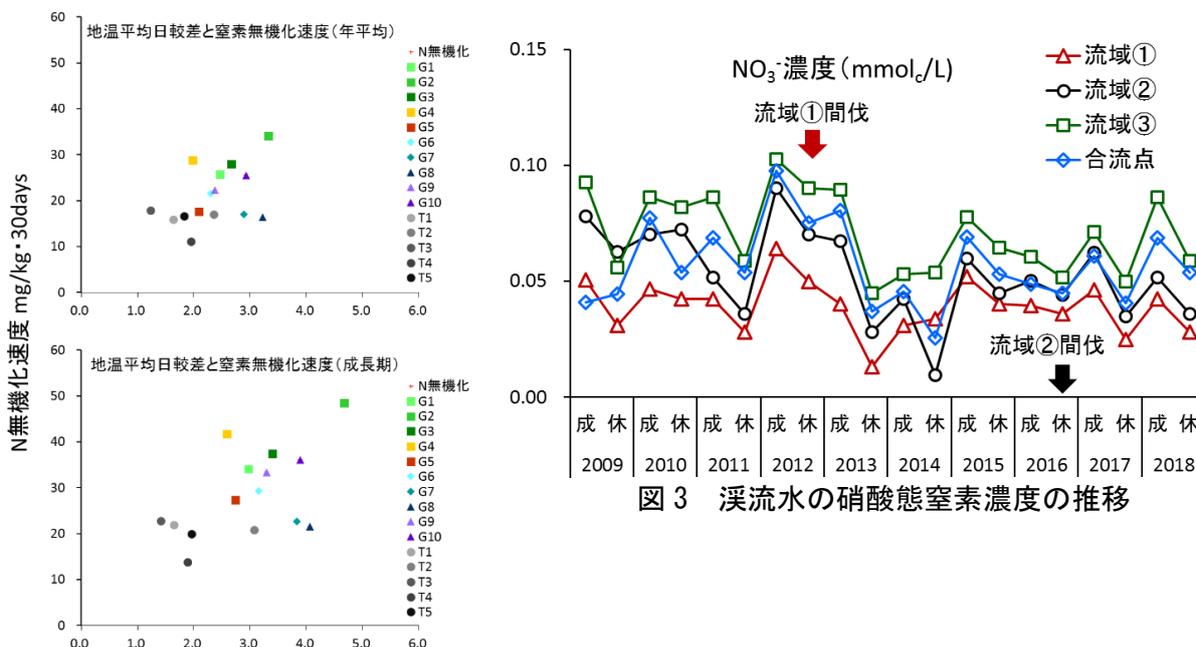


図2 地温平均日格差と窒素無機化速度の関係

NO_x ガスは、斜面方位や樹種間による違いはほとんど見られず、伐採の有無や斜面方位、樹種に寄らず、高さ 1.0m の範囲では一様にガスが拡散していることがわかった。スギの林内、林縁、伐採地の各地点の NO_x ガスを比較すると、伐採地で雨中の NO_x 量は明瞭に少なかった。林内と林縁では、わずかに林縁の方が雨中の NO_x 量が多く林縁でより NO_x を吸着し洗脱する「林縁効果」が NO_x の吸着にも働いていることが示唆された。降雨中の NO_x 量と NO_x ガス濃度の関係は伐採地とコナラ林は同程度であるが、同じ NO_x ガス濃度に対してスギ林はコナラ林より林内雨中の NO_x 量が多い。この傾向は NO_x ガス濃度が低い降雨量の多い時期ほどその差が顕著であった。これは、降雨で洗脱が繰り返されることで樹冠に NO_x がよく吸着されるか、スギ葉からの溶脱が著しくなるためと考えられた。SO_x ガスは、ガス成分が検出限界以下であったにも関わらず、林内雨中に SO_x が検出された。SO₄²⁻ は樹木葉から非溶脱物質であることから、大気中の S を含む粒子状物質を樹冠が捕捉していると考えられる。

(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

辻千智, 戸田浩人, 崔東寿, 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次アウトカム（水源涵養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 Ah. ヌタノ沢モニタリング調査・研究 (1) 流出過程
(2) 研究期間 平成 25 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 安部豊・内山佳美・横山尚秀

(5) 目的

水源かん養機能に対する森林施策の効果検証を目的とした対照流域モニタリングの中で、花崗閃緑岩帯に位置するヌタノ試験流域においては、隣接している対照流域で顕著に異なる基底流出量や逓減率、地形流域界を超えた流動の存在が報告されている（横山ほか, 2013）。そのため、効果を検証するために、流出特性と流出メカニズムの違いを把握する必要がある。しかし、その解析・考察は十分ではない。そこで本研究の目的では、西丹沢ヌタノ試験流域において、雨量、流量、地下水位の連続観測データを用いて、花崗閃緑岩帯の小流域における流出特性を把握するための基礎的解析（流況曲線、降雨流出）を行うこととした。

(6) 方法

研究対象地域は、西丹沢ヌタノ試験流域であり、丹沢湖北方約 5 km に位置し、標高は海拔 530～705 m である。地質は石英閃緑岩質であり、主に広葉樹に覆われ、尾根部にスギ林がある。流域面積は約 7 ha で、地形流域界で A 沢流域（3.8 ha）と B 沢流域（3.1 ha）に分かれる。2012 年から現在に至るまで観測を行っているが、本研究の解析対象期間は、A 流域に植生保護柵ができる前で、データ欠損の少ない 2013 年を対象とした。

流量観測は、A 沢・B 沢流域の末端に設置された V ノッチ量水堰において、水圧式水位計を用いて水位を連続計測し、流量高に換算した。地下水位は、両流域の間の尾根部に設置した深度 50m 地下水観測井戸（ストレーナーは底部）に水圧式水位計を用いて連続観測を行った。

降雨流出解析では、図 - 1 に示すように流出を区分した。まとまった降雨の期間を降雨イベントと呼ぶ。比流量は流量を流域面積で除した値であり、流域間の比較に適している。比流量は、降雨イベント時の流量の増加分である直接流出量と、比流量から直接流出量を引いた基底流出量に分けた。

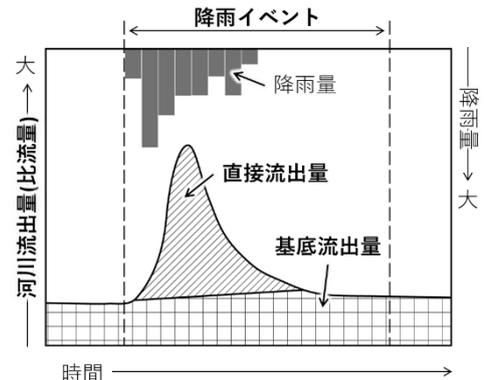


図 - 1 降雨イベントと比流量、直接流出量、基底流出量の例

(7) 結果の概要

ア. 流況曲線による特徴の把握

図 - 2 に A 沢・B 沢の流況曲線を示す。流況曲線とは、ある河川に対して、横軸を日数、年間の日流量を大きいものから順番に並べたグラフで、その河川の年間河川流出量の特徴を

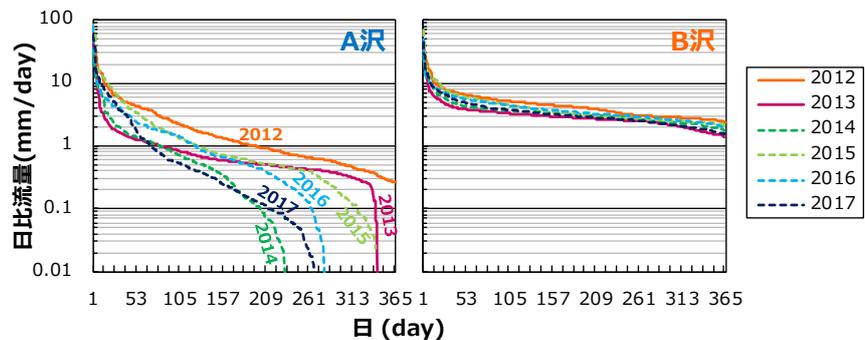


図 - 2 A 沢・B 沢の流況曲線
縦軸が対数軸であることに注意

見るのに便利なグラフである。

A 沢において、2012 年は全体的に流量が多く、2013 年以降は、2012 年と比較して流量が少なく、比流量が 0(mm/day)の日数が多い。一方で、B 沢の流量は A 沢に比べて多かった。A 沢および B 沢比流量の年々の変動は大きな差はみられなかった。このことから、A 沢・B 沢の河川流出量の特徴が大きく異なることがうかがえる。

イ. 降雨に対する流出の応答

図-3 に、降雨イベント時における降水量と比流量 (a)、直接流出量 (b)、地下水の上昇量 (c) の関係、および、日データにおける日平均地下水位と基底流量の関係(d)を示す。グラフ (a) (b) (c) では、降雨イベント時に対して、河川流量や地下水位がどのように応答するかを表す。

イベント降水量に対する比流量(a)や直接流出量(b)の関係から、比流量や直接流出量は概ね降水量に対して正の相関を示すものの、その流出量と応答は A・B 沢で異なる特徴があった。A 沢では 30mm 以上の降水量で直接流量が増加する傾向にあるが、ばらつきが大きく、降雨に対して直接流出量が小さいイベントもあった。B 沢では、15mm 以上の降雨イベントに対して 1mm 以上の直接流出量の増加を示した。これは、B 沢と比較して、A 沢は降水に対する流出の反応が遅く、流域の水分保持状態によって、流出量が異なることが考えられる。地下水位の上昇量(c)は、10mm 以上の降水量に対して 2cm 以上の上昇がみられ、基盤地下水であるにも関わらず降水に対する応答が見られた。

一方、基底流量(e)は、A・B 両流域において日平均地下水位と相関が高いことから、基底流出量に対して、地下水位が重要な役割を果たしていることが示唆された。

(8) 今後の課題

流域の蒸発散量などから水収支を計算し、A・B 両流域においてどのように水が流動しているか把握する必要がある。

(9) 成果の発表

なし。

引用文献

- 横山ほか, 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, 2013
- 安部・内山, 西丹沢花崗岩帯のヌタノ試験流域における流出特性把握のための基礎的解析, 水文・水資源学会 2019 年度研究発表会要旨, 2019

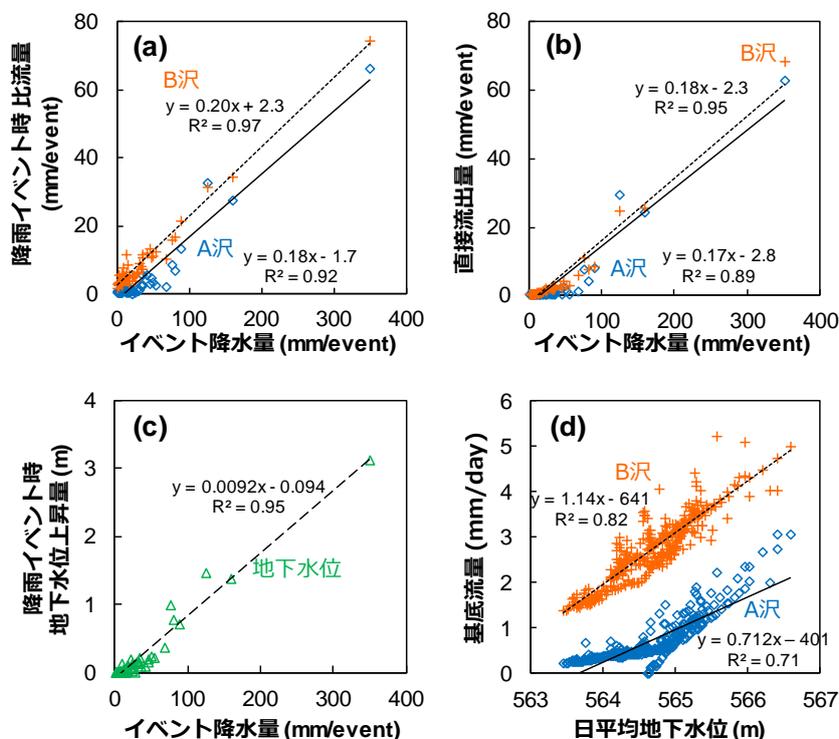


図-3 イベント降水量と比流量(a)、直接流量(b)、地下水の上昇量(c)の関係と、日平均日による地下水位と基底流量(d)の関係 (安部, 2019 に加筆)

(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. ヌタノ沢モニタリング調査・研究 (2) 植生被覆・土砂流出
 (2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・横山尚秀・島田武憲

(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

ア. 流域内の植生被覆調査

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。

イ. 土砂流出

各量水堰における水文観測と合わせて濁度を常時観測するとともに、出水時に自動採水器により採水し浮遊土砂量を測定した。また、量水堰への土砂堆積があった際には堆積量を把握した。

(7) 結果の概要（主なもの）

ア. 既存立木プロット等における植生被覆等調査

植生保護柵を設置したA沢流域は、下層植生が一層増加し、柵を設置していないB沢流域は、林冠ギャップ等で部分的にミツマタ等の不嗜好性種の繁茂が見られた。（図1、図2）

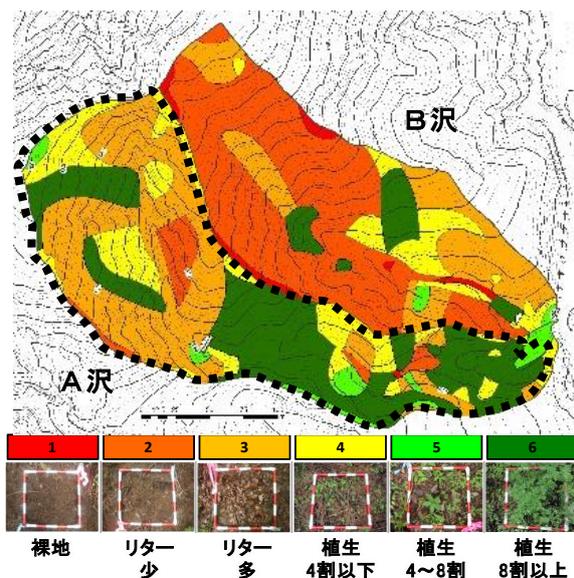


図1 植生被覆度ランクによる流域内の植生被覆分布（2018年8月調査）

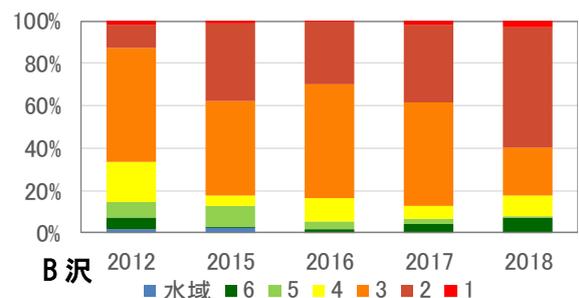
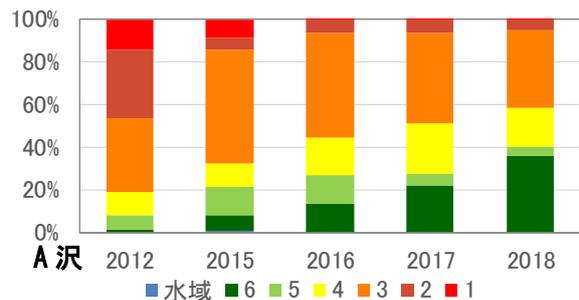


図2 植生被覆度ランクによる流域内面積割合の推移

既存の立木プロット 11 箇所において 8 月、12 月に写真撮影による林床被覆率の測定を行った。夏季の下層植生植被率の経年変化は、A 沢では柵設置後に 4 箇所プロットで増加傾向であり、A 沢の針葉樹（斜面中部）プロット、常緑樹（斜面中部）の 2 箇所と柵を設置していない B 沢のプロットでは横ばいであった。

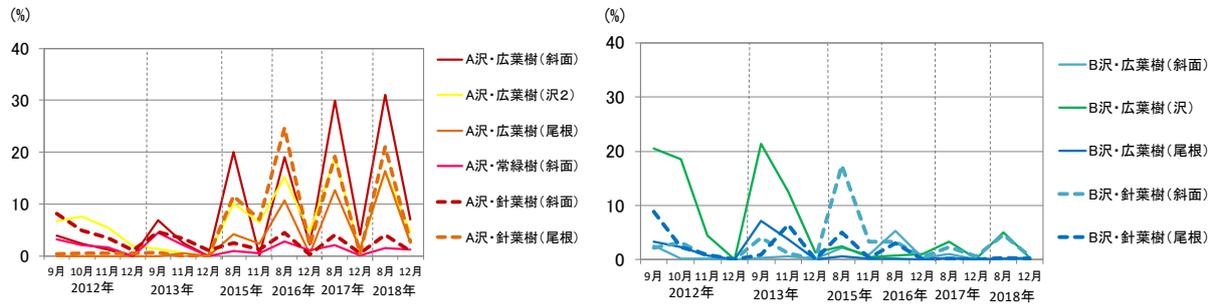


図3 既往の立木プロットにおける下層植生植被率の推移
※各プロット 1m×1m のコドラート 5 箇所（または 3 箇所）の平均値

イ. 土砂流出

2018 年 7 月 5～6 日、7 月 28～29 日の 2 回の出水において、自動採水器により河川水を採水し、水質、SS を分析した。SS と常時測定濁度の値の関係を把握し、濁度を浮遊土砂量に換算するための基礎データを取得した。

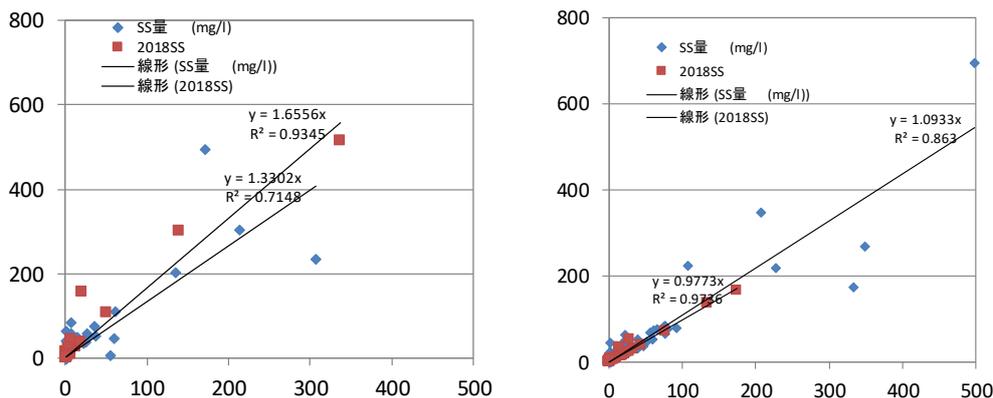


図4 採水試料の SS と常時測定濁度の関係

(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, 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, 神奈川県自然環境保全センター報告, 10 : 115-122

内山佳美, 横山尚秀, 三橋正敏, 島田武憲 (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.

(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. フチヂリ沢モニタリング調査・研究
(2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・大内一郎・丸井祐二・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。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、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、付着藻類調査を行った。本調査は、水・土砂流出分野は日本工営（株）、付着藻類は（有）河川生物研究所が実施した。（詳細は、委託報告書参照。）した。

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。

①水素イオン濃度（pH）、②電気伝導率、③カルシウムイオン、④カリウムイオン、⑤ナトリウムイオン、⑥マグネシウムイオン、⑦塩化物イオン、⑧硝酸イオン、⑨硫酸イオン、⑩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。

ウ. 付着藻類調査

溪流の水・土砂流出の指標として検討してきた付着藻類について、2月に従来の定点のうちの2地点で継続調査を1回実施するとともに、新たに大型藻類のモニタリング定点を設定する調査を行った。

(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30年（2018年）1～12月の降水量は、3,070.5mmであり、2013年以降の観測で2015年に次ぐ2番目に多い降水量となった。

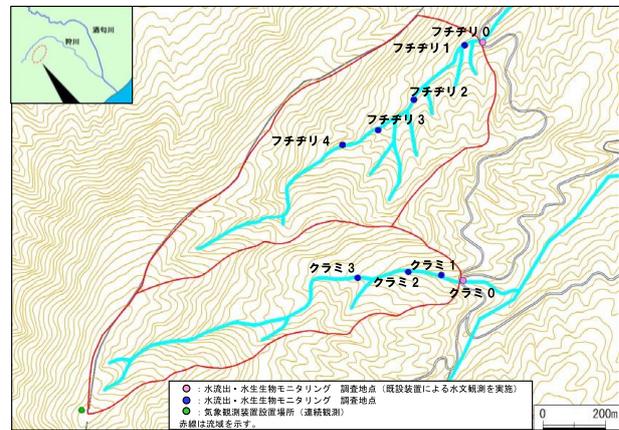


図1 調査地点

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。クラミ沢の4回の測定では、クラミ1地点より最下流のクラミ0地点のほうが流量が少なく、現地状況からも両地点の間の伏流が原因と考えられた。フチジリ沢の10月の測定地点ごとの流量にはばらつきが大きく、測定誤差も影響している可能性がある。

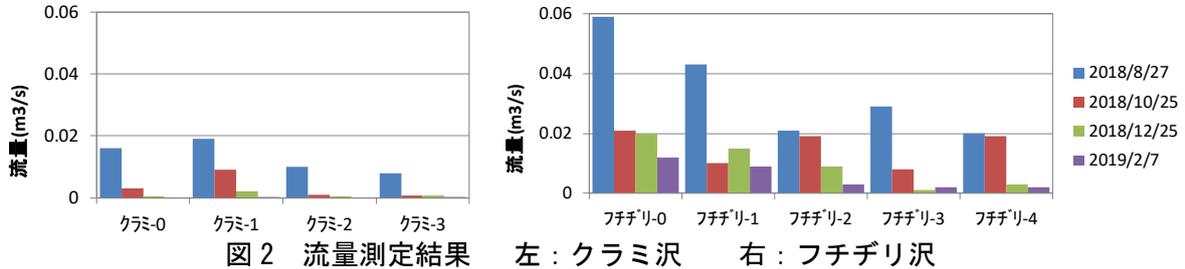


図2 流量測定結果 左：クラミ沢 右：フチジリ沢

ウ. 大型藻類調査

フチジリ沢とクラミ沢について、大型藻類（タンスイベニマダラなど）の生育概況を踏まえ、計2か所のモニタリング定点（溪流幅×延長10m程度）を設定した。初期調査として、1mメッシュでタンスイベニマダラのパッチ数を計測した。

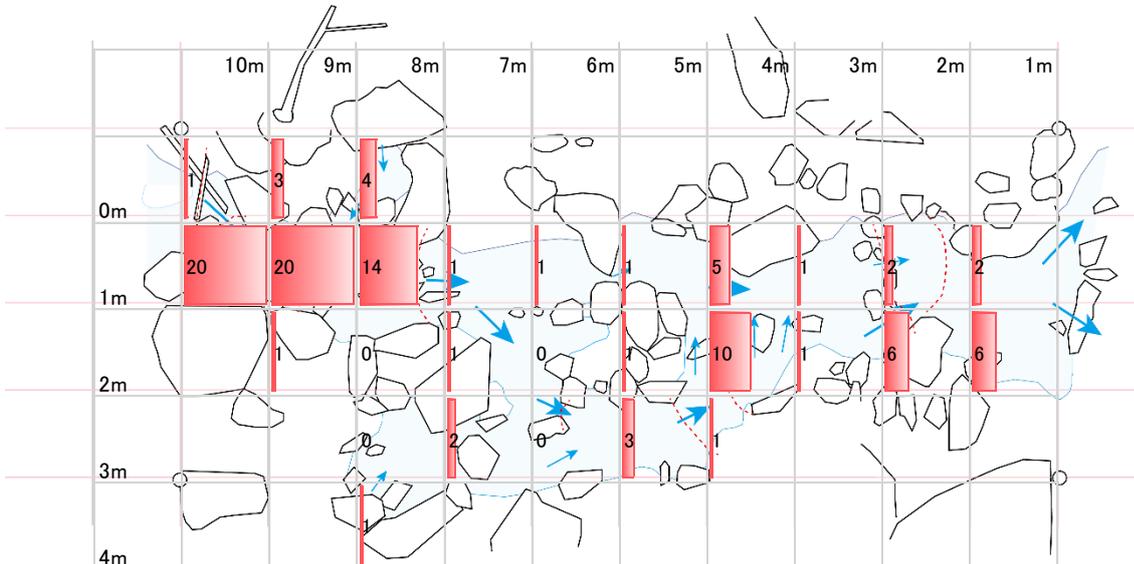


図3 タンスイベニマダラの分布調査の例（フチジリ沢の定点における1mメッシュのパッチ数）

(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。
- ・フチジリ沢試験流域は、土地は公有地であるが、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 Ak. 各試験流域及び周辺の水質基礎調査
(2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・横山尚秀

(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のうち特に水質の評価に資するため、各試験流域における継続的な水質調査に加えて基礎的な水質データを取得し、地域特性の把握や水循環機構の推定、事業実施との関係把握の基礎資料とすることを目的とする。

(6) 方法

本業務は、神奈川工科大学（以下項目の①）、昭光サイエンス（同②）が受託して実施した。

ア. 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

宮ヶ瀬湖の上下流を含む中津川水系に着目し、比較対象としての串川水系と合わせて、計16地点において、概ね月1回の頻度で水質調査を行った。（分析項目：pH、電気伝導度、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）

イ. 水の安定同位体比分析

水循環基礎調査の一環で平成29～30年度に採取したヌタノ沢試験流域の河川水・湧水・降水等の試料について、平成29年度までの分析と同様に平衡法により $\delta^{18}O$ ・ δD を分析した。

(7) 結果の概要

ア. 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

積雪や県道通行止め等により一部地点の欠測が生じたものの概ね年間を通し水質データを取得し、ダム上流の試験流域からダム下流までの一連の水質実態を示すことができた。項目ごとに見ると、硝酸イオンでは季節変動は少なく地点ごとの差が大きく、リン酸イオンでは地点ごとの変動は少ないが季節変動が大きかった。また、アルミニウムイオンは年間の変動は小さいが各地点における夏季の上昇が見られた。

イ. 水の安定同位体比分析

平成30年度は、ヌタノ沢試験流域で2017～2018年にかけて定期観測の際に採取した試料、計70検体を分析した。

(8) 今後の課題

- ・対照流域調査地及び周辺河川における水質調査に関しては、宮ヶ瀬ダムの上下流を含む一連の水系の水質実態を把握することができたが、当面は複数年で継続し、季節変動に加え年による変動も把握する必要がある。
- ・水の安定同位体比分析については、これまでの分析によりデータ収集が進んだことから、それらを総括し水循環機構の解明やモデル解析に活用していく必要がある。

(9) 成果の発表

なし

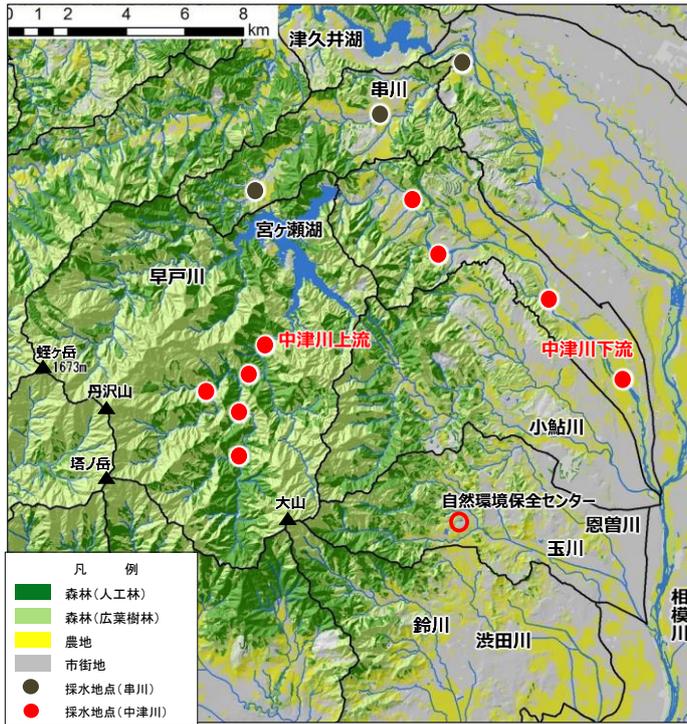


図1 宮ヶ瀬湖上下流を含む中津川水系と串川水系の採水地点

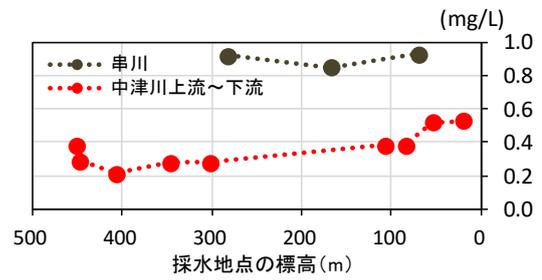


図2 中津川と串川における硝酸態窒素濃度 (2018. 3. 30 一斉調査)

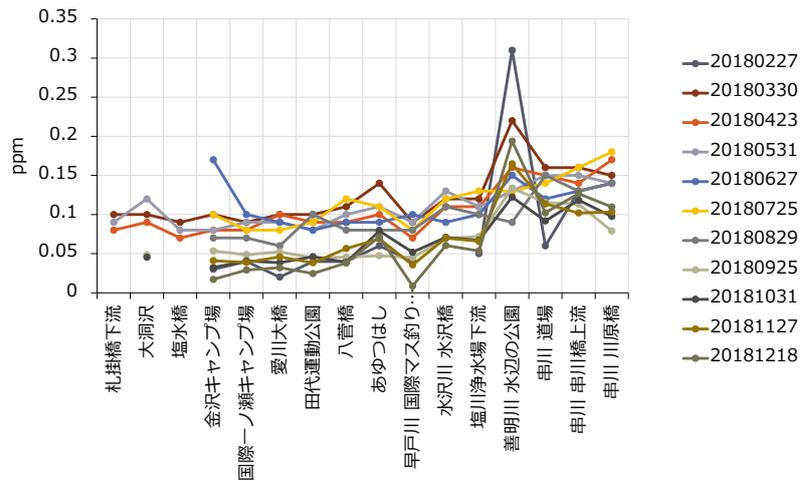


図3 地点ごとのリン酸イオン濃度

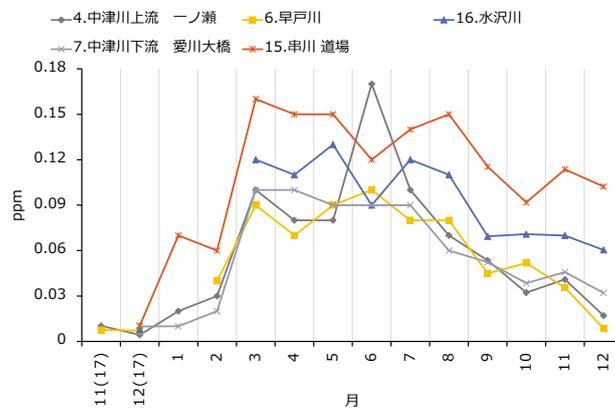


図4 各水系の月別リン酸イオン濃度

(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次アウトカム（水源涵養機能の向上）の検証

- (1) 課題名 AI. 広域トレーサー研究
- (2) 研究期間 平成25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 安部豊・内山佳美

(5) 目的

神奈川県が進める水源環境保全・再生施策において、当センターは森林で実施される事業の効果検証を担っており、森林から流出する水量の安定化や水質改善等に着眼し、県内4か所に設けた試験流域で精緻なモニタリング調査を行っている。数ha程度の集水地形を呈した試験流域では、間伐等の事業後の水量の安定化等を定量的に把握するのに適しているが、最終的に必要とされる水源地域全体の施策効果の説明には適していない。そのため、小スケールの試験流域と広域スケールの水源地域を結び付けるために、水源地域（山体スケール）の広域水流出特性の全体像の把握が必要であるが、県内水源地域の実態はほとんど調査されていない。そこで、本研究では、試験流域の周辺において、多地点での採水を行い、河川水や湧水、地下水に含まれる特定の成分をトレーサー（追跡子）として用いて、水源地域全体の水流出特性の一端を明らかにすることを目的とする。本年は、来年度の分析に向けて、採水調査および地形・地質踏査を行った。

(6) 方法

ア. 研究フロー

水源地域の広域水流出特性を把握するためには、天然の雨水・河川水・湧水・地下水等に含まれる溶存イオン成分や同位体など（トレーサー）から水の流動を推定するトレーサー手法が有効である。例えば、酸素・水素安定同位体は降った雨の標高の情報、ストロンチウム同位体は水が地下を流動する際に通過した地質の情報をもっている。これらの空間分布や地形条件などの関係性を解析することによって、水源地域においてどこで浸透した水が、地下水となり、どのような地下経路を通り流動し、河川水として流出するのかを把握する手法である。本研究で予定している調査・研究フローを図1に示す。

イ. フィールド調査

地質および4か所の試験流域を鑑みた広域・多地点採水調査を行う。試験流域（大洞沢、貝沢、ヌタノ沢、フチジリ沢）の流域内とその周辺の約100地点における河川水、降水、地下水、湧水などを採取した。山体地域における水流出特性は、その地下水流動特性に起因するため、主に地下水の広域流動の把握を最終的な目的とした。そのため、採水は湧水を主なターゲットとし、河川水もできるだけ上流の水を採水し、調査時期は雨が少ない2018年11月22日～2019年3月25日までとした。

ウ. 室内分析（次年度以降）

採取した水試料は、無機溶存イオン成分（イオンクロマトグラフィー、誘導結合プラズマ質量分析装置）、酸素水素安定同位体比（水同位体比分析計）、ストロンチウム同位体（表面電離型質量分析装置）などの室内分析を、分析・測定機関

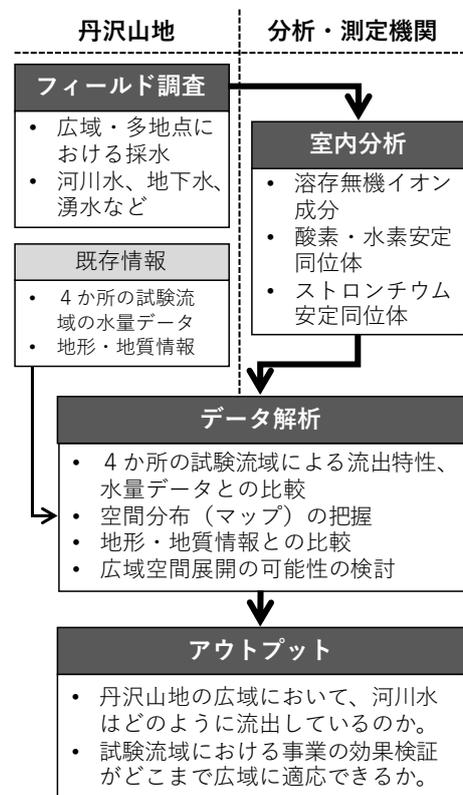


図-1 研究フロー

において行う。

エ. データ解析（次年度以降）

各種トレーサーの空間分布と地形・地質分布の関係から、広域の水流出の全体像を把握する。その上で4か所の試験流域と比較することで、広域流動の中での試験流域の位置づけを把握するとともに、試験流域における事業の効果検証がどこまで広域に適応できるかを検討する。複数のトレーサーや、試験流域の水量データ、地形・地質情報を組み合わせて比較検討することで、より多角的かつ複合的な考察と詳細な理解が可能になる。

(7) 結果の概要

合計で101個のサンプルを収集した（表-1）。なお、101サンプルの中には同一地点で別時期に採取したサンプルも含まれる。

表-1 採取水サンプル

エリア	雨水	河川水	地下水	湧水	総計
貝沢		22	2	8	32
大洞沢		10	4	8	22
ヌタノ沢	1	27	3	6	37
フチヂリ, クラミ沢		6	1	3	10
総計	1	65	9	25	101



表-1 採取水サンプル調査（左）と地質踏査（右）の様子

(8) 今後の課題

採取した水試料は、室内分析を、分析・測定機関にて順次行っている。これらの分析結果から解析を行い、水源地域全体の水流出特性の把握を目指した解析を行う。

(8) 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 Am. 水循環モデルによる解析
- (2) 研究期間 平成19～令和3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・倉野修・安部豊・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三次元水循環数値シミュレーションモデル（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、フチヂリ沢モデル

(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。

A. フチヂリ沢試験流域

試験流域における実測から、フチヂリ沢とクラミ沢に関しては隣り合った流域にも関わらず平時時の比流量に差があることが明らかになっているが、これまでの構築モデルでは比流量の差を再現できていなかったため、新たに試験流域一帯の複雑な地質構造を模式化して地層モデルを再検討・修正した。特に、試験流域付近の荻野溶岩グループの空間分布や透水性等を中心に再検討を行った。解析は、定常解析及び非定常解析により、現況の湧水帯・地下水頭・河川流量等の再現性を検証した。

イ. ヌタノ沢試験流域

既存のモデルについて、特に試験流域に厚く分布する石英閃緑岩の風化帯と節理構造に着目して水循環機構を再検討し、地層モデル及び透水係数等の見直しを行った。解析は、定常解析及び非定常解析により、現況の湧水・地下水頭及び流量について、湧水の位置と水量・河川流量の経時変化・流程変化・地下水頭等の再現性を検証するとともに、酸素安定同位体比をトレーサーとした再現性検証も行った。

ウ. 水循環モデル解析システムの更新

上記の試計算によって新たに改良された水循環モデルを自然環境保全センター所有の計算機で使え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）

A. フチヂリ沢試験流域のモデル改良

既存のモデルについて、特に地質構造の再検討から、三次元格子モデルの荻野溶岩グループの分布形状を更新した。その上で、流量の実測値の再現性を検証したが、クラミ沢の流量が再現できるケースではフチヂリ沢の流量が過少になるなど、改良後モデルの水理地質構造でも比流量の相違が再現できるパラメータの組み合わせを見出すことが困難であった。そこで、いくつかの試行錯誤を行った結果、荻野溶岩について透水異方性を考慮するとともに金時溶岩の透水係数を変更したケースで比流量の再現性が向上した。改良後のモデルに関しては湧水地点等の解析結果の現地検証を行い、現地調査結果とモデル解析の両輪で当該地域の水循環に関する理解を深めていく必要がある。

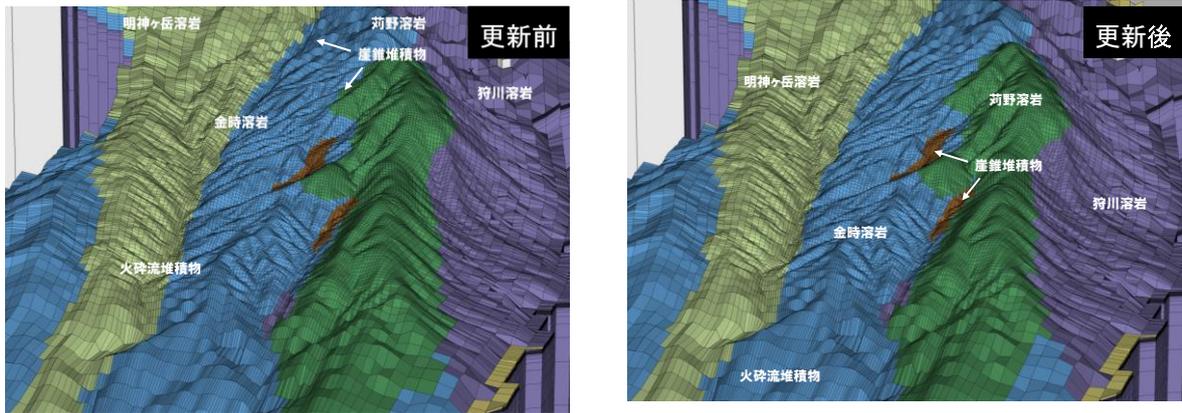


図1 フチジリ沢のモデル更新前後の地質分布の比較
(更新後は苧野溶岩グループの表層分布エリアが若干減少している。)

イ. ヌタノ沢試験流域のモデル改良

既存のヌタノ沢試験流域のモデルについて、残る課題となっていたA沢及びB沢の流量における流れ変化を再現するため、現地で確認できる高透水帯のモデルへの組み込みを行った。その結果、水循環の再現性が向上するとともに、同位体の変化においても良好な再現結果を得ることができた。

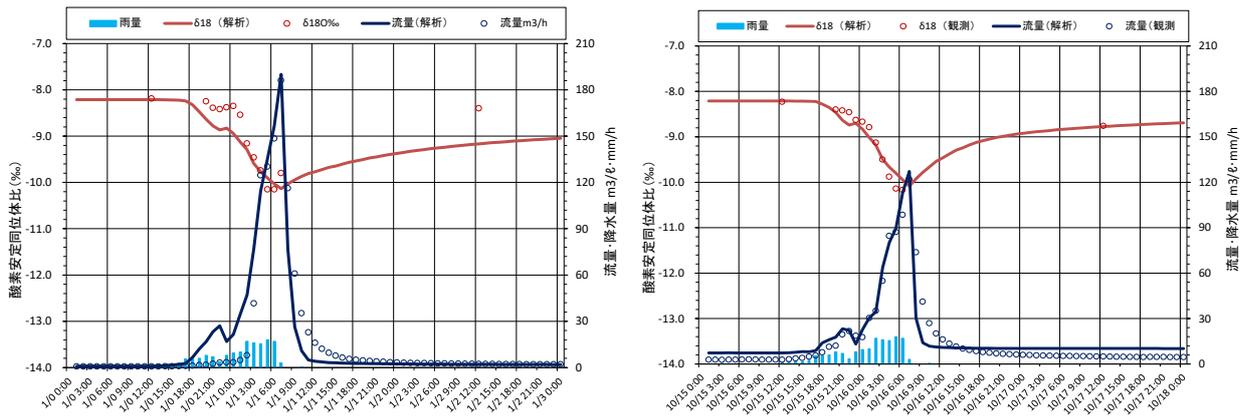


図2 流量及び酸素安定同位対比の観測と解析結果の比較 (左: A沢、右: B沢)

(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

(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 An. 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～令和3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・雨宮有・倉野修・安部豊・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、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、個別の事業やモニタリング調査におけるGIS技術の活用やGISによる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

A. 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。特に、水源環境保全・再生施策の中間評価に向けて、これまで水源環境保全課よりデータ提供を受けて整備してきた事業実績等にかかるGISデータを用いて特別対策事業の実施箇所図、特別対策事業による公的管理森林の配置図を作成し、県民フォーラム資料に掲載した。

I. モニタリング成果や施策評価に係る各種解析や作図、解析技術支援等

- ・モニタリング成果の解析用データの作成

水質評価基礎調査の全16か所の採水地点について、DEMデータを活用しGISにより集水区域を解析するとともに、既存データにより流域の土地利用面積割合等を解析した。

- ・各研究員への解析技術支援

研究員が行うGIS作業（GISデータ作成・加工、委託成果品のGISデータ精査、GIS解析やプログラミング）について、指導・支援を随時行った。

(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。

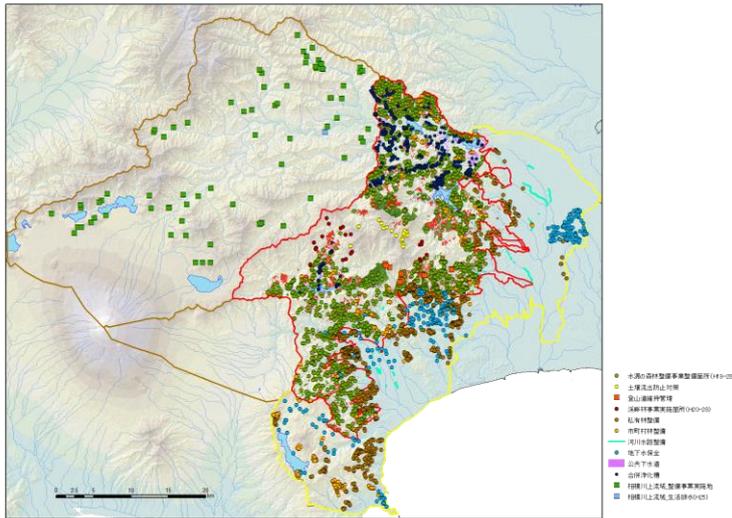


図1 特別対策事業の実施箇所図

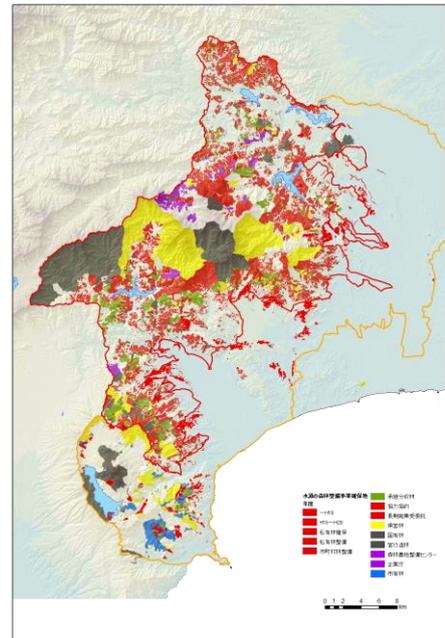


図2 特別対策事業による
公的管理森林の配置図

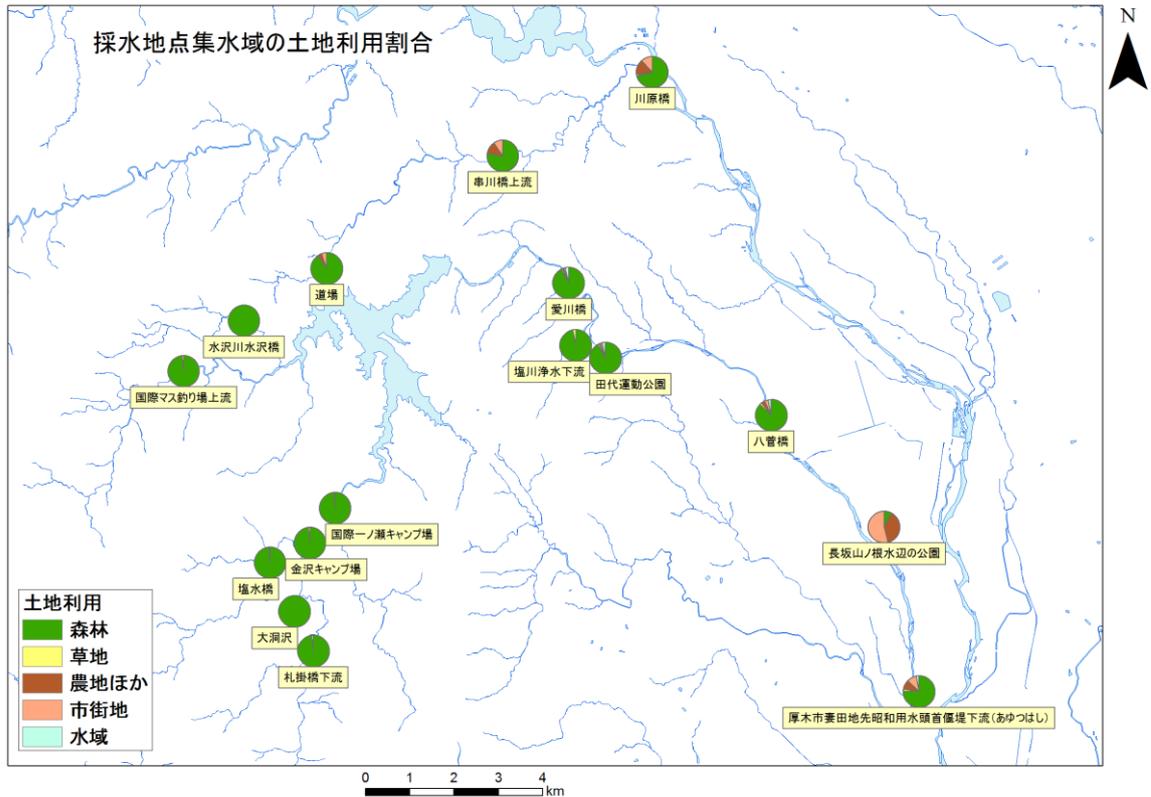


図3 水質評価基礎調査の各採水地点の集水区域土地利用分類