

(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** D 対照流域法調査による水源施策の2次的アウトカム
(水源地かん養機能の向上)の検証—総括—
- (2) **研究期間** 平成19年度～令和8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・増子和敬・入野彰夫・大内一郎・丸井祐二

(5) 目的

第4期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画（R4～R8（2022～2026））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か所（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、現地のモニタリング調査を継続するとともに、個別打合せ等を行いながらプロジェクトを推進した。

また、第4期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画をもって20年間の「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」が終了することから、水源環境保全・再生かながわ県民会議においても施策の最終評価についての検討が開始された。このため、最終評価の検討に必要なモニタリング結果について総括して取りまとめるとともに、県民会議等への対応を行った。

(7) 結果の概要

① 県民会議における最終評価に向けた対応

令和3年度までのモニタリング結果を元に、森林における水源施策による成果を総括して取りまとめた。この一部は、令和4年1月27日に開催された施策調査専門委員会の勉強会にて報告した。また、こうした県民会議への対応に伴い、事務局である水源環境保全課と継続的に個別打合せを行った。（8月9日、12月23日、1月10日）

また、最終評価に向けて取りまとめたモニタリング結果の一部（人工林の再生と水源かん養機能保全）について、自然環境保全センター事業報告会（10月29日）で報告した。

② プロジェクト推進にかかる打合せ等の実施

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、リモートによる個別打合せを行った（表-1）。

③ 大洞沢試験流域における施設整備・森林整備の実施計画検討

令和元年東日本台風による被災後、気象・水文観測（常時観測）は再開しているものの、試験流域内の作業道や観測施設の一部は本格的な復旧工事が必要となっていた。このため、もともと計画されていた試験流域内の間伐等の森林整備と合わせて令和5～6年度の整備計画を検討し、庁内外の関係者と調整するとともに令和5年度予算に盛り込んだ。

(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るとともに、令和元年東日本台風の影響検証を通して水源かん養機能や水源環境の実態に関する理解が進んだ。第4期においては、計画してきた試験流域での間伐の効果検

証を行い、施策効果の最終とりまとめと今後の取組みに向けた科学的知見の提供を行う必要がある。

(9) 成果の発表（主なもの）

内山佳美・山根正伸・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-1 研究連携課主催の対照流域モニタリング関係打合せ一覧

開催日	会議名称等	内容（主な議題等）
R4.5.20	個別打合せ (東京農工大学 五味高志教授)	県民会議へのモニタリング結果報告内容について 大洞沢のモニタリングの実施について
R4.7.13	個別打合せ (東京大学 熊谷朝臣教授、藤目直也研究員ほか)	大洞沢のモニタリングについて (観測タワー設置検討、施設整備関係など)
R4.9.16	個別打合せ (東京農工大学 五味高志教授、地圏環境テクノロジー多田氏)	令和3年度水循環モデル活用業務の成果と今後の課題への対応について
R4.12.12	個別打合せ (東京大学 熊谷朝臣教授、藤目直也研究員ほか)	大洞沢のモニタリングについて（観測タワー関係ほか）
R5.2.8	個別打合せ (東京農工大学 戸田浩人教授、白木克繁准教授)	令和4年度研究の成果と次年度研究計画について
R5.3.6	個別打合せ (神奈川工科大学 高村岳樹教授ほか)	令和4年度研究の成果と次年度研究計画について

表-2 対照流域モニタリング調査の実施体制（2022 年度）

試験地	試験流域 (地区)	フチジリ沢 (南足柄)	スタノ沢 (西丹沢)	大洞沢 (東丹沢)	貝沢 (相模湖)
	水系	酒匂川水系		相模川水系	
施設	点検保守	委託	委託	保全C	東京農工大
試験流域調査	水流出	委託 (一部保全C)	保全C	東京大 (一部保全C)	東京農工大 (一部保全C)
	水質			東京農工大	
	土砂流出	東京農工大 (一部)			
	土壌侵食				
植生	—	—	—	—	
	水生生物	—			
広域	水質	—	—	神奈川工科大	—
	モデル解析	水循環モデル※宮ヶ瀬ダム上流解析			

保全C：自然環境保全センター

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

D 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 **Da 大洞沢モニタリング調査・研究(1) 水循環**
(2) 研究期間 **平成19年度～令和8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・増子和敬・入野彰夫・大内一郎・丸井祐二**

(5) 目的

本研究は、第4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）。

○森林管理による水収支への影響評価

大洞沢においては、森林施業が河川の流量・水質に及ぼす影響の解明を目的として、2009年度より河川流量・水質の調査が本格的に開始された。2011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、2017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、UAVによる計測データを用いた葉面積(LAI)推定モデルの開発を行う。

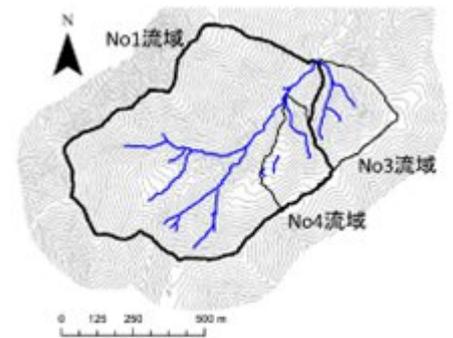


図-1 大洞沢流域

① 河川流量・水質のモニタリング
現地の気象・水文観測設備による観測に関しては、令和元年東日本台風の影響により被災した観測施設が2020年度末に復旧し主要な観測は再開したものの、その後の降雨により再び量水堰への土砂流入があり欠測が生じた。欠測期間の流量はHyCyモデルを用いて補完した。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。

② 蒸発散特性の観測

流域内の5つのプロットにおいて蒸散量・遮断蒸発量等の観測を行った。

③ 森林施業が河川流量・水質に及ぼす影響の評価

各調査結果とこれまでの蓄積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。また、大洞沢近隣の河川において2015年に実施した広域調査地点のうち26点を選び、河川流量・水質調査の観測を行った。

④ 細根量観測

流域内の小プロットで、スキャナーを用いて土中の画像を2週間から1カ月に一度撮影した。撮影した画像から、機械学習の手法を用いて、根が占めるピクセル数を抽出した。

⑤ UAVを用いたLAIの推定

大洞沢流域で生態系の機能や動態に大きな影響を及ぼす葉の量を、UAVを用いた新手法に

よって推定した。推定には Detto モデルと SimpleRT モデルの 2 つを用い、UAVLiDAR で取得した点群から LAI を求めた。

(7) 結果の概要 (一部の結果のみ、他の結果は受託研究報告書参照)

① 2022 年の降水量・流量・蒸発散量・根量

2022 年の年降水量は例年と同程度で 2971 mm だった。HyCy モデルで計算された河川流量はそれに対応して推移した (図 2)。

4 つの小プロットにおける樹冠通過雨量はそれぞれ林外雨量の 77.8%, 85.7%, 86.4%, 65.3% であった。林内雨・樹幹流を足し合わせた値は、プロットそれぞれで林外雨の 85.0%, 89.8%, 98.2%, 90.9% になり、遮断率はそれぞれ 15.0%, 10.2%, 1.8%, 9.1% となった。日蒸散量は夏季で 2.5 mm/day, 冬季で 1.5 mm/day ほどであり、前年度の計測値と同程度であった。蒸散量が夏に高く冬に低い傾向が捉えられていた (図 4)。

細根量については、4 月から 10 月にかけて抽出された根の面積が増加し冬季に減少するなど、根の生長枯死の様子を捉えることが出来た。

② 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。2022 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 (図 6)。2009-2010 の平均値を 100 としたときの $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ 比を No1, 3, 4 流域で比較すると、2017 年後半から 2019 年にかけて植生保護柵が設置された No3 流域は他の 2 流域よりも低かったが、2020 年にはそのような傾向は見られなかった。従って、大洞沢全体では NO_3^- 濃度が近年減少したことは間違いないが、それは植生保護柵設置の影響とは考えにくい。

河川水の水質の広域調査においては、水質と集水面積との関係を見ると、2015 年の調査と同様の関係がみられた。数 km^2 程度の面積までは水質のばらつきが大きく、大洞沢流域は最も大きい No1 流域 (0.49km^2) でも空間的なばらつきの大い面積範囲にあることが確認された。また、2015 年の調査と 2022 年の調査結果の比較では、水質は大きく変わっておらず、大洞沢近辺で水質を大きく変えるような出来事は起きていないようである。

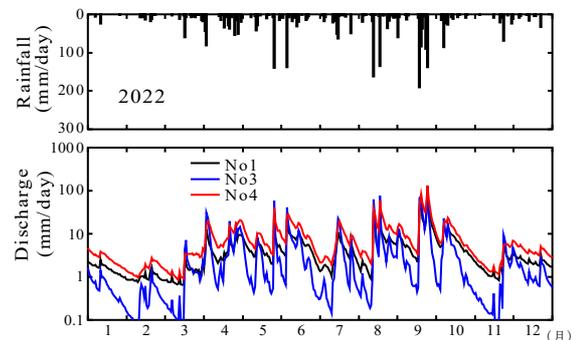


図-2 2022 年の降水量・流量

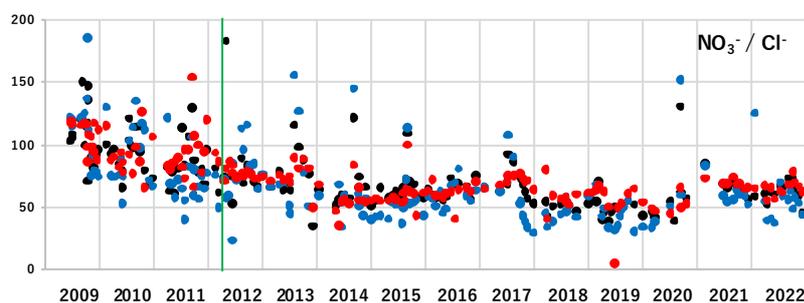


図-3 植生保護柵設置前後の Cl^- 濃度で基準化した NO_3^- 濃度の時系列変化

③ UAV を用いた LAI の推定

従来の Detto モデルでは LAI の変化を再現できなかったが、Detto モデルを簡略化した SimpleRT モデルを用いることで、実際の LAI に近い値が得られた。落葉樹を対象として林分スケールで LAI を推定することができたが、常緑樹や林分よりも小さなスケールではうまく推定できないという課題があった。今後はそれらを対象としても推定できるよう改善する必要がある。

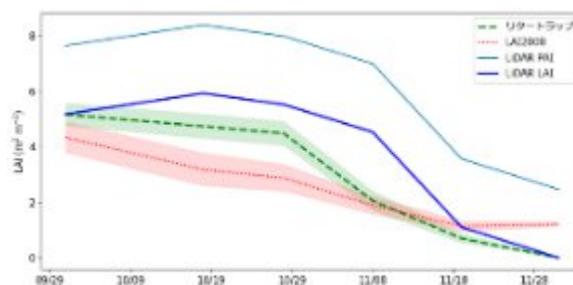


図-4 各手法別 LAI の変化

(8) 今後の課題等

本年度の結果から、大洞沢流域の水文過程・物質循環過程についての理解が深まった。今後は、降水量・流出量・水質・遮断蒸発量・蒸散量・土壌水分特性・細根量の計測を継続するとともに、UAV を用いた蒸散量・LAI 推定について更なる検討を行う。また、推定した LAI をモデルに組み込み、森林施業が河川流量に及ぼす影響の検討を行う。

(9) 成果の発表 (主なもの)

Hiroki Momiyama, Tomo'omi Kumagai, Tomohiro Egusa (2021) Model analysis of forest thinning impacts on the water resources during hydrological drought periods. Forest Ecology and Management 499 (2021) 119593

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 Hydrol. Process. 10.1002/hyp

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

D 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 Db 大洞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年度～令和8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・増子和敬・入野彰夫・大内一郎・丸井祐二

(5) 目的

本研究は、第4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)。

○ 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、下層植生の回復状況のほか、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、立地環境等の要因との関連についても検討した。

① 流域の流出土砂の把握

試験流域における流出土砂量を把握するために、量水堰の沈砂池内の堆砂量を、横断測量により定期的に計測した。

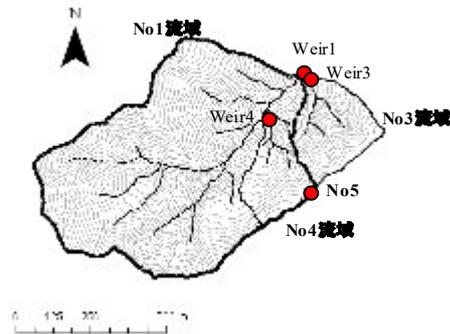


図-1 大洞沢流域 観測地点

② 神奈川県下における蒸発散量の推定

水資源管理上重要となる広域の蒸発散量の推定を目的として、航空機LiDARとその比較対象として森林簿の樹種・林齢データから、神奈川県下の森林を対象に樹高と立木密度の推定を行った。また、推定精度の確認のため、県内のスギ・ヒノキ林を対象にした毎木調査データ(0.04haプロット×169か所)と比較した。それらの結果を元に、蒸発散モデルを用いて全県の森林蒸発散量の推定を行った。

(7) 結果の概要(一部の結果のみ、他の結果は受託研究報告書参照)

① 流域からの土砂流出量評価

2019年の大規模土砂流出による堆積土砂の除去が完了したため、2021年からNo.3流域の土砂流出量の観測を再開している。2022年では、流域No.3から7.9 t/ha/yrの土砂流出が観測され、2021年の20.2 t/ha/yrよりは減少したものの、2019年の台風以前と比べると多い傾向であった。2019年の台風によって形成された崩壊地からの供給や、堆積地からの土砂移動の影響が継続していると考えられた。

② LiDARデータによる樹高・立木密度推定を組み合わせた広域の蒸発散量推定

森林用LiDARデータ処理ソフトウェアFUSION/LDVを用いた推定値と毎木調査データとの比較の結果、樹高はRMSE(二乗平均平方根誤差)=2.1m、立木密度はRMSE=316本/haの精度で推定できた。森林簿を用いた推定では、樹高はRMSE=3.6m、立木密度はRMSE=723本/haであ

り、LiDAR の比較的高い推定精度が確認できた。(図-2) 本研究による立木密度推定精度は既往研究と同程度であった。

推定された樹高・密度を蒸発散モデルに入力して算出した推定年蒸発散量は $857 \pm 127 \text{mm}$ であり、既往研究から得られた神奈川県東丹沢大洞沢流域(スギ・ヒノキ人工林と広葉樹林:48ha)の蒸発散量($767 \pm 184 \text{mm}$:流域水収支法で算出)と同程度であった。

大洞沢観測流域における短期水収支法による実測の月蒸発散量は1月に最小値 31mm/月 から9月に最大値 110mm/月 をとる季節変動を示した。一方でモデルによる推定遮断量と推定蒸散量の和である推定蒸発散量は1月に最小値 14mm/月 から9月に最大値 122mm/月 で、実測蒸発散量の季節変動パターンと一致した(図-3)。

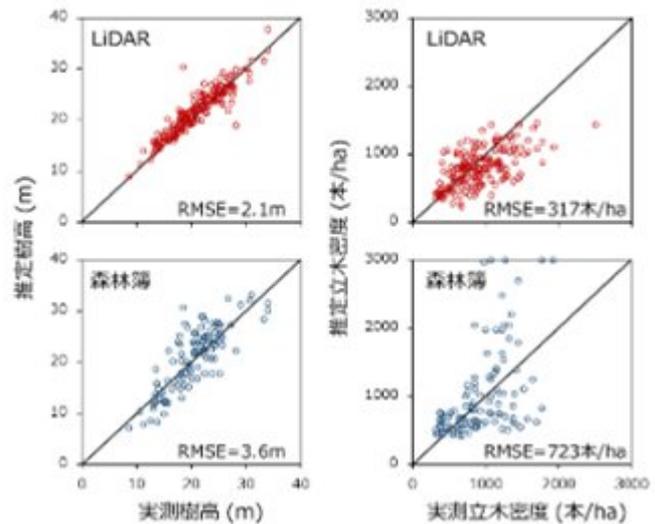


図-2 大洞沢観測流域における月蒸発散量の実測値と推定値の比較

(8) 今後の課題

- 降水量・流量・土砂流出量の観測を継続し、植生保護柵設置や人工林の間伐による下層植生状態の変化を捉えることで双方の関係を把握する必要がある。
- 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. Spatial and temporal variability of fine sediment transport ratio from hillslopes

to channels in a headwater catchment. インタープリバント 2018 富山市 2018年10月
大平充・五味高志・内山佳美 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 新潟市 ポスター発表

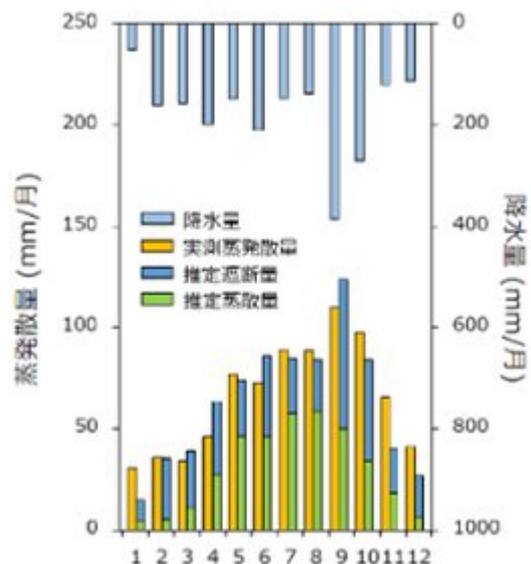


図-3 毎木調査データと樹高・密度推定値の比較

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

D 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 **Dc 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年度～令和8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・増子和敬・入野彰夫・大内一郎・丸井祐二**

(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、2012年度に流域1、2016年度に流域2において森林整備を行ったことから、森林整備の前後を通して、また混交林化等の長期的推移も視野に流域スケールのモニタリング調査を継続する。さらに、光環境や樹冠遮断量等の森林状態と水循環の関係の諸指標の実測値を得ることにより間伐等の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、相模原市緑区と瀬地内（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・水文観測や流域内プロットにおける林内雨量や樹幹流量の測定、光環境調査、流域3の上流部斜面の斜面プロット調査等を継続した。また、樹幹形状のモデル化による危険斜面判定の有効性を検討した。



図-1 貝沢（流域1～4）

(7) 結果の概要（一部の結果のみ。他の結果は、受託研究報告書参照。）

① 水文観測結果

2022年は、流域3で6～9月にかけて計測異常があったものの、それ以外は観測は順調であった。（図-2）。

② 林内プロットの樹幹流等計測

樹冠通過雨量を推定するにあたり、樹幹流が幹から離脱して滴下する雨水の移動成分である樹幹流由来の滴下雨が考慮されていない可能性が指摘されてきた。

2022年度は新たにプロット内の11本のスギを対象として、幹周囲に直径160cmのビニールプールを巻き付けて集めた雨水を計測する装置を設置し、樹幹流由来の滴下雨を含む樹冠通過雨量を計測した。

降雨イベントごとに解析を行った結果、樹幹流由来の滴下雨を含む樹冠通過雨は大きい降雨イベントの時に平均樹冠通過雨より多くなり、小さい降雨イベントの時に少なくなることがわかった。これは、樹幹流由来の滴下雨を考慮しない場合、大きい降雨イベントでは平均樹冠通過雨を過小評価、小さい降雨イベントでは過大評価しているといえる。プロット内の

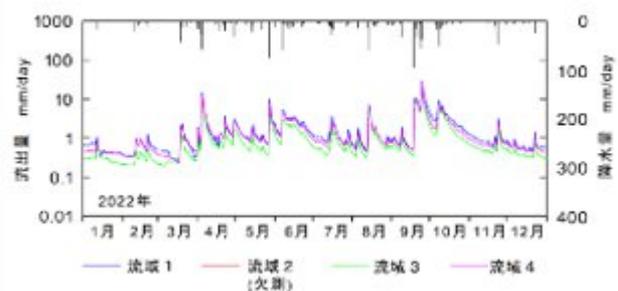


図-2 2022年の降水量・流量

平均樹冠通過雨への影響は1%程度であったが、このプロットが立木密度 490 本/ha であるため、立木密度が高くなれば影響は大きくなる可能性があると考えられる。今後は、より大きな降雨イベントデータを集めることでこの結果の正確性を高める必要がある。

③ 流域内の光環境測定

NIR/PAR法では、林床で測定したNIR/PARの値の対数が葉面積指数 (Leaf Area Index, LAI)と高い相関関係にあるということを利用してLAIの値を算出する。LAIが大きいほどNIR/PARの値は大きくなる。NIR/PAR値は広葉樹林で夏季に大きく、落葉に伴い減少することがわかった。また、対照区のスギ林は、伐採区よりも平均的に NIR/PAR の値が大きくなっているが、両者とも季節変化は少ない。ただし、伐採区の NIR/PAR 値は、2022 年 7 月以降、上昇している傾向も見ることができる。これは、群状伐採地に植栽したスギの成長によって、光量子計が葉量の増加をとらえているものとも考えることができる。

④ 斜面表面侵食調査

貝沢試験流域のスギ・ヒノキの2段林とヒノキ林のそれぞれに斜面プロットを1か所ずつ設定している。2022年度は、地表面被覆と地表流量・土壌侵食量等の観測を継続するとともに、降雨中の表面土砂流出の実態を解明するため、林内雨滴のエネルギーを計測する装置を試作した。

⑤ 樹形計測による斜面の安定性分析

針葉樹は通直に伸びる性質があるが、地すべりをはじめとする地表変動を反映し樹幹に傾きや曲がりが生じることが知られている。本研究では、局所的な地面の状態を表す指標の一つとして、針葉樹の樹幹形状に着目し、レーザー測量で同一地点の三次元点群モデルを2時期で作成して比較し、樹幹形状による危険斜面判定の有効性を検討した。

点群データの重ね合わせを行った結果、2021年と2022年で明らかな樹形の変化は見出せなかった。これは2022年が観測史上第8位となる年降水量の少ない年であったため、対象地において樹木の傾きや曲がり目に見える変化が現れなかったためと考えられる。また、測量に用いたOWLの測量精度については、胸高直径は実測値よりも過小評価する傾向がみられ、樹高は相関がみられなかった。

(8) 今後の課題

- 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、水循環にかかる諸指標の実測値を取得して、当該地域の水流出機構について明らかにするとともに、水源林整備との関係を把握していく必要がある。

(9) 成果の発表 (主なもの)

金澤悠花ほか 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 さいたま市 2014年3月 口頭発表

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. 神自環保セ報 10:81-89

白木克繁ほか (2020) 簡易架線集材による森林整備が流出浮遊土砂量と流域流出量に与える影響. 水文・水資源学会誌 33(2):47-55

(2) 水源林の公益的機能の評価・検証と管理技術の改良

D 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 **Dd 貝沢モニタリング調査・研究 (2) 物質循環**
(2) 研究期間 **平成19年度～令和8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・増子和敬・入野彰夫・大内一郎・丸井祐二**

(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、2012年度に流域1、2016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かく乱の影響を把握するとともに、混交林化等の目標林型への移行と物質循環の関係に関する基礎的な知見を得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（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。

2022年度は昨年度に引き続き、令和元年東日本台風による源頭部の小崩壊発生を踏まえた源頭部の湧水水質と諸要因の調査を継続して実施した。また、2009年以降の継続的な水質測定結果について、植物の成長期（4～10月）と成長休止期（11～3月）に区分してとりまとめ、長期的変化と水源林整備等による影響を考察した。

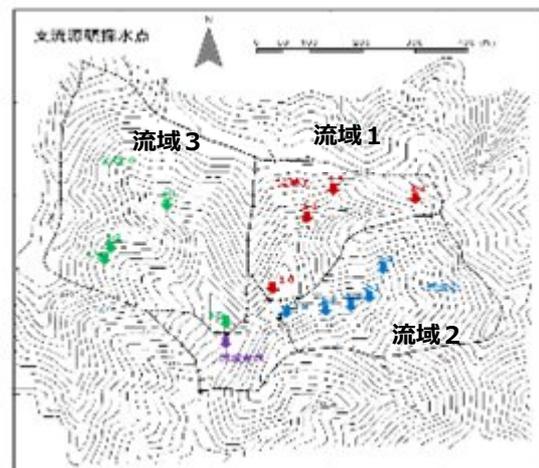


図-1 各流域の源頭部の採水

(7) 結果の概要（一部の結果のみ、他の結果は受託研究報告書参照）

① 源頭部の湧水等水質と影響要因

2020年～2022年に測定した源頭部の湧水等水質と各採水地点の地温と水温、また各流域末端のpHと電気伝送率（EC）について関係を取りまとめた。地点ごとの特徴として、流域2の2-1、流域3の3-1では他の地点と比べて年間を通して比較的水温が安定しており、地中深くからの湧水の影響が大きい地点であると考えられた。流域1の1-3で常に硝酸濃度が低く、流域3の3-2と3-3の両地点は近接するにもかかわらず硝酸濃度の高低と変動傾向が異なっていた。積算イオン濃度の分析では、貝沢では積算イオン濃度は主に硫酸濃度により引き上げられ、その対イオンとしてカルシウム濃度がその役割を果たしていた。硫酸イオンの溶出が少ない地点ではイオンバランスが均衡していた。また、ECの数値は上記のイオン濃度の影響を強く受けていた。

2021年の調査にて示唆された、流域1-3における窒素無機化抑制の原因検討のため、各流域の源頭採水地点の周辺3箇所からリター層を採取し、水溶性および総ポリフェノール濃度を調査した。リター層の水溶性ポリフェノール濃度は1.0～1.7 mg/gであり、地点間で大きな差はなかった。総ポリフェノール濃度の平均値は、流域1-0付近で5.4 mg/gと最低、流

域 2-3 で 11.8 mg/g と最高であった。また、2021年度の窒素無機化速度の測定値から、最も窒素無機化が抑制されていると予想された流域 1-3 で明確にリター層のポリフェノール濃度が高いということはなかった。一方で、流域 1-3 の総ポリフェノール濃度の平均値は 11.4 mg/g と 2 番目に高く、高濃度の資料が採取されている。したがって、流域 1-3 周辺の樹木や植生は二次代謝物質であるポリフェノールを多く生成する傾向があり、少なからず土壌窒素無機化に影響を及ぼしている可能性がある。

② 渓流水の長期的傾向

硝酸濃度の長期的変化として、流域 3 は 2009～2018 年にかけて低下、2019 年以降はやや上昇している傾向がみられ、2019 年の台風 19 号の攪乱によって硝酸濃度の低下傾向が抑制された可能性がある。

流域 1 では、流域 3 に対する硝酸濃度比が、2014～2018 年にかけてわずかに上昇がみられ、2012 年の水源林整備の影響がごくわずかみられたと考えられる。

流域 2 では流域 3 に対する硝酸濃度比が、2009～2014 年にかけて低下傾向にあったものの、2017～2019 年にかけてわずかに上昇がみられ、2016 年の水源林整備の影響がごくわずかにみられたと考えられる。流域 1 および流域 2 とも 2019 年以降は硝酸濃度が定常状態であったが、2022 年の成長期は 2021 年よりも硝酸濃度がやや高く、特に流域 2 では流域 3 にせまる濃度に上昇した。

3つの流域の合流点における硝酸濃度は、2009～2013 年にかけて上昇、2019 年にかけて低下、2022 年にかけて上昇していた。最初の濃度上昇は 2012 年の流域 1 の水源林整備、近年の濃度上昇は 2016 年の流域 2 の水源林整備と流域 3 の 2019 年の台風 19 号による攪乱の影響を反映していると考えられる。

(8) 今後の課題

- 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、定期的な整備や目標林型への誘導についての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 (主なもの)

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 自 環 保 セ 報 10:91-99

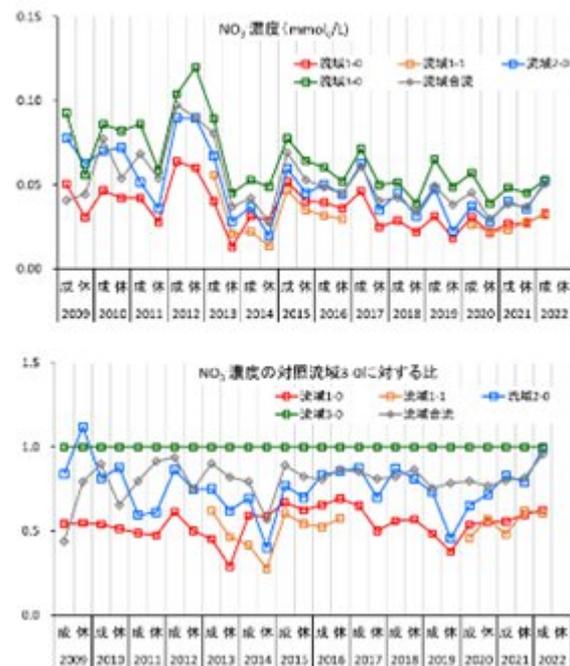


図-2 渓流水の硝酸濃度の変化と流域 3 (③-0 地点) に対する比
成：成長期 (4～10 月の平均値)
休：成長休止期 (11～3 月の平均値)