

## (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 **De ヌタノ沢モニタリング調査・研究**
- (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、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、2014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。なお、2022年度は、県西地域県政総合センター森林部により実施流域（A沢）内の人工林の間伐が行われた。間伐前の植生調査は2021年度に実施したため、2022年度は植生調査を実施していない。

#### ① 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沢およびB沢の各量水堰の湛水部に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。また、長期的な降水量の推移の検討に関しては、近傍のアメダス丹沢湖のデータを活用した。



図-1 ヌタノ沢試験流域

### (7) 結果の概要（主なもの）

#### ① 水文観測結果

2022年1～12月の年間降水量は、2228.5mm、年流出量はA沢が628mm、B沢が1496mmであった。A沢は、少雨の影響で1月下旬から4月初旬までと12月初旬以降に水枯れとなった。9月には台風14号の影響による大雨があり、9月18～20日の3日間の降水量は、409mmとなった。

流量 (mm)

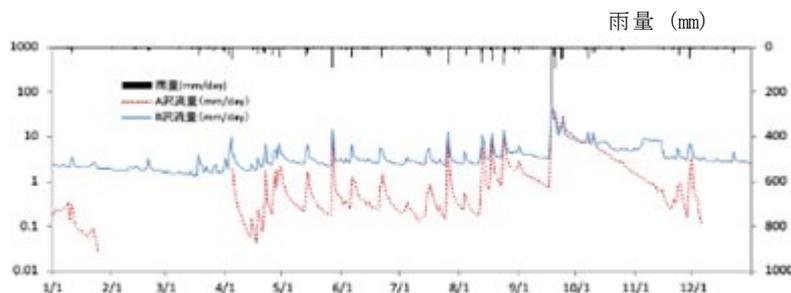


図-2 ヌタノ沢のハイドログラフ（2022.1～12）

#### ② 他の試験流域との水循環特性の比較

ヌタノ沢試験流域における事業効果検証の背景となっている2011年度から現在までのモニ

タリング期間の降雨特性について、近傍のアメダス丹沢湖の 45 年間の観測データを活用して把握した。その結果、アメダス丹沢湖の 45 年間の降水量をみると、年降水量は横ばいで推移しているが、年代ごとにみた日降水量 100mm 以上の日数は増加傾向であり、とくに水源施策開始以降の年ごとの日降水量 100mm 以上の日は第 3 期の 5 か年で比較的多く発生していた。また、1980 年代から 2010 年代の日降水量 200mm 以上かつ総降水量 300 mm 以上の計 11 事例をみると 1980 年代の 3 事例よりも 1990 年代以降の 8 事例のほうが強い降雨強度がより継続する傾向が見られた。これらのことから、ヌタノ沢試験流域におけるモニタリング期間の降雨特性も、1980 年代と比べてまとまった降雨が多く、降雨強度も大きく継続する傾向であると推測され、過去よりも下層植生の回復や土壌保全の面でより厳しい降雨条件であると考えられた。モニタリング結果を今後の取組みに反映させる際にもこうした背景を考慮する必要がある。

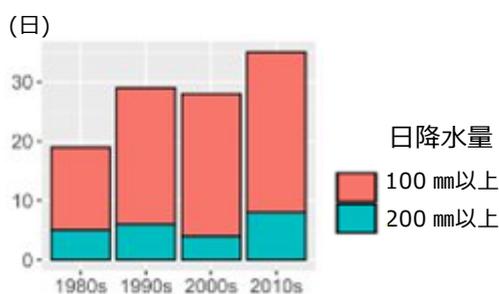


図-3 各年代の日降水量 100 mm 以上の日数

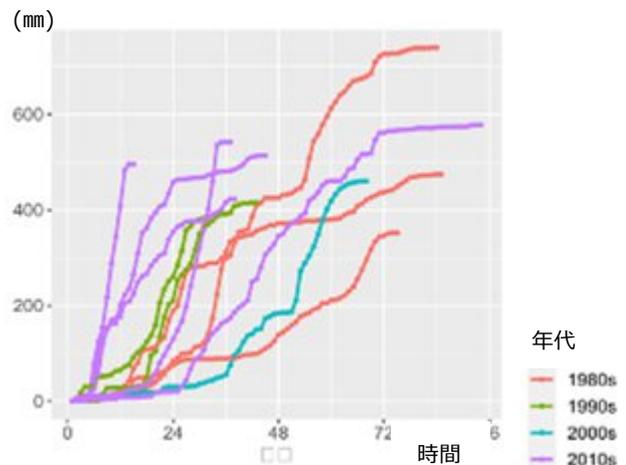


図-4 総降水量 300 mm 以上の降雨事例の積算雨量図

※1980 年代から 2010 年代の日降水量 200 mm 以上の日のうち、総降水量 300 mm 以上の事例を抽出した。

## (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（2013）西丹沢ヌタノ沢試験流域における平成 23 年度の台風による土砂流出の概況. 神自環保セ報 10:115-122
- 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. 神自環保セ報 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

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 **Df フチジリ沢モニタリング調査・研究**
- (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、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、南足柄市のフチジ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

フチジ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、多地点の流量観測や土砂流出調査を行った。なお、水文観測施設は、令和元年東日本台風により被災しており、2020年度に再設置されたセンサー類により観測を継続した。

本調査は、日本ミクニヤ（株）が実施した。（詳細は、委託報告書参照。）

#### 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（EC）、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アンモニア性窒素、⑩ケイ酸（ $\text{SiO}_4^{4-}$ ）

#### 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。



図-1 調査地点

### (7) 結果の概要

主な調査結果は次のとおりであった（調査結果全体は、委託報告書参照）。

#### ① 流量観測

各水文観測施設の測定地点を含む全9地点において、8月、10月、12月、2月に平水時の流量観測を実施した。調査前日からの降雨の影響で12月の流量が特に多く、クラミ沢・フチジリ沢ともに、上流から下流の地点に向かって流量は増加した。一方、8月にクラミ沢、12月にフチジリ沢で上下流の流量の逆転も見られ、伏流によるものと考えられた。

#### ② 水質調査

8月と12月の水質分析結果から、フチジリ沢のほうがクラミ沢より高い値を示す項目が多く、硫酸イオン、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオンで明瞭である。各流域内では、電気伝導度と一部の陽イオン（ナトリウム（フチジリ沢のみ）、カルシウム、マグネシウム）は下流ほど高い傾向が見られるが、陰イオンではあまり明瞭でない。

過年度報告書の分析結果とともに経年変化を整理したところ、2018年度と2021（R3）年度に検出されたアンモニア性窒素は見られなかった（<0.1mg/L）。季節変化はクラミ沢が明瞭であり、夏に高い傾向を示す成分が多かった。

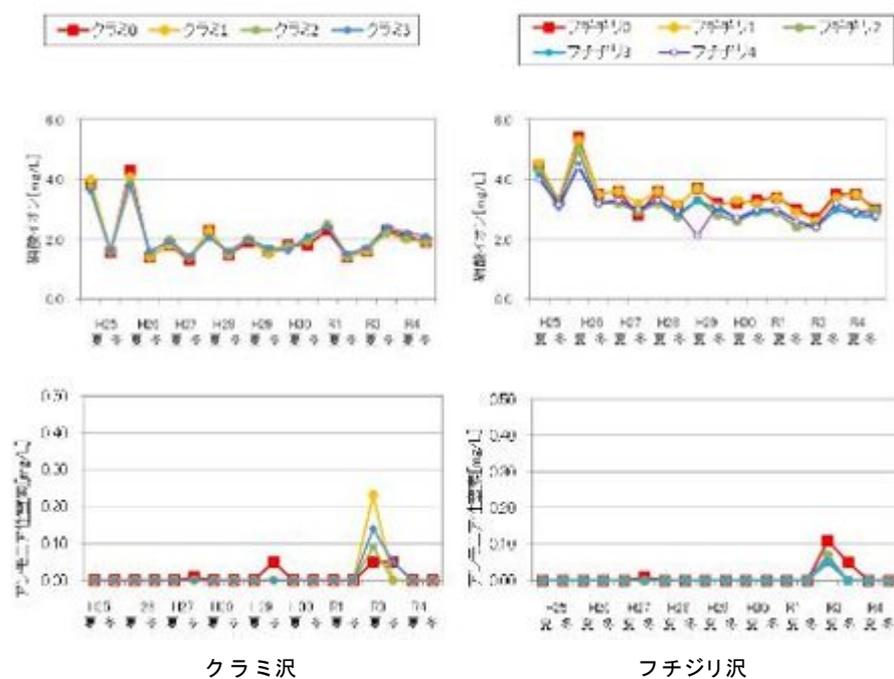


図-2 水質（硝酸イオン、アンモニア性窒素）の経年変化

### ③ 土砂流出調査

土砂流出調査は台風14号（9月18日 255mm/日 最大71mm/h 丹沢湖）の影響を確認するため、9月28日にフチジリ沢、29日にクラミ沢で実施し、令和3年度の写真記録と比較した。その結果、全般的に顕著な変化は認められなかったが、溪床では礫や砂の流出や堆積が見られた。

### (8) 今後の課題

- 令和元年東日本台風の影響により河床変動が大きかったことから、それらの影響を短期的、長期的に検証していく必要がある。
- 2012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に加え、当該地域の水循環特性を総合的に取りまとめていく必要がある。
- モニタリングの開始時と比べて、近年はシカ生息密度が増えつつあり、今後は下層植生衰退などの変化が予想されるため、当該地域の地形・地質等の自然条件における水源かん養機能との関係を検討できるデータを整備しておく必要がある。

### (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** Dg 試験流域及び周辺の水質基礎調査
- (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

### (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、神奈川工科大学が受託して実施した。

水質評価基礎調査として、宮ヶ瀬湖の上下流を含む中津川水系に着目し、比較対象として串川水系と合わせて、計16地点において、前年度より継続して概ね月1回の頻度で水質調査を行った。また、夏季のみ相模川上流の4地点を追加した。さらに、2022年度はこれらの水系の湧水地点（半原ゴザ湧水の3地点）の採水を行った。

分析項目は、河川の基礎的な分析項目として水温、pH、電気伝導率を、栄養塩および人為的な汚染に由来するものとして硝酸イオン、亜硝酸イオン、リン酸イオン、ケイ酸を、土壌由来の指標としてアルミニウムイオンを測定した。

### (7) 結果の概要

#### ○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

分析結果のうち硝酸イオンは、季節変動による変化よりも各測定地点の差のほうが大きかった。2019年の豪雨後は一時的に高濃度の硝酸イオン濃度が観測されたが、2021年度は大きな変化は観察されず、2022年度は一部の箇所で見られた。硝酸イオン濃度が高いのは中津川の支流（10）および串川（14）であり、串川上流においても硝酸イオン濃度は比較的高い傾向にあった。

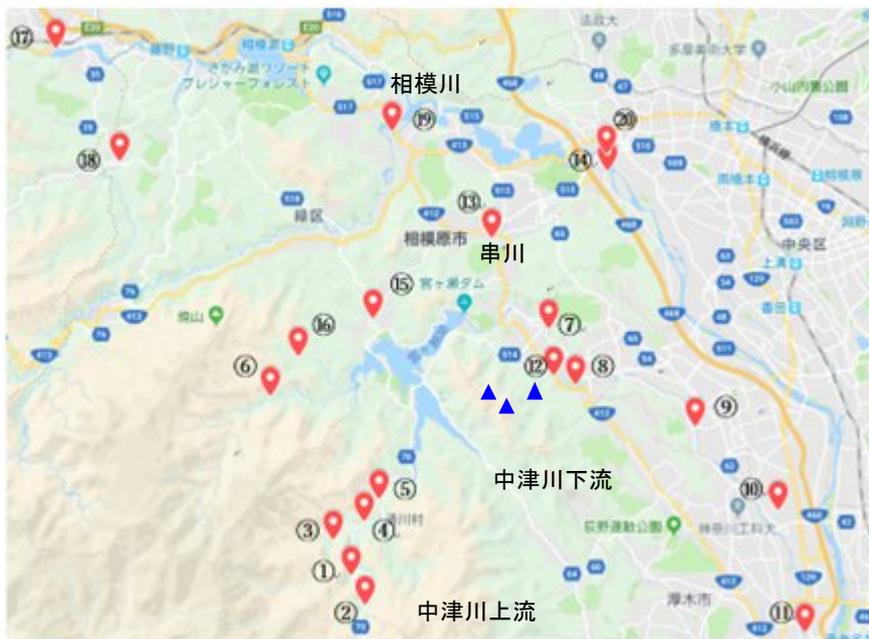
湧水地点での採水においては、工事による通行不能のため7、8、11月が欠測となったが、3地点とも水温の季節変動も少なく、15℃前後であった。

### (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、宮ヶ瀬ダムの上流を含む一連の水系の水質実態を把握することができ、令和元年東日本台風の前後における河川水質の変化も概ね捉えることができた。本調査における中下流河川の採水地点は、環境科学センターが実施する河川モニタリング（5年に1回実施）の調査地点と重ねており、引き続き継続し、年による変動も把握する必要がある。

### (9) 成果の発表

なし



- 1 大洞沢
- 2 札掛橋下流
- 3 塩水橋
- 4 金沢キャンプ場
- 5 国際一ノ瀬キャンプ場
- 6 国際マス釣り場 上流
- 7 馬渡橋付近
- 8 田代運動公園
- 9 八菅橋
- 10 長坂山ノ根 水辺の公園
- 11 厚木市妻田地先 (あゆつはし)
- 12 塩水浄水 downstream
- 13 串川橋上流
- 14 川原橋
- 15 道場
- 16 水沢橋
- 17 上野原
- 18 梁瀬橋
- 19 道志橋
- 20 新小倉橋
- ▲ 湧水

図-1 宮ヶ瀬湖上下流を含む採水地点

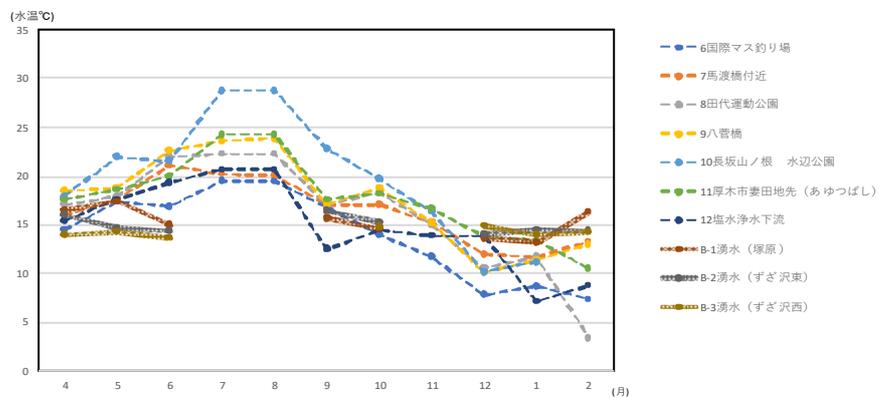


図-2 河川的主要な採水地点と湧水採水地点の水温の変化  
(2022年4月～2023年2月)

## (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** Dh 水循環モデルによる解析  
(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

### (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等の評価にかかる解析を行う。

- ・ ※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、フチジリ沢モデル

### (6) 方法

これまでの第3期5か年計画期間における施策の中間評価においては、評価の参考情報として、広域の水循環モデル（宮ヶ瀬上流域モデル）による土砂流出解析で行った土壌侵食のシナリオ予測の結果が使われており、令和3年度に引き続き今後の施策の最終評価に向けて、既存の水循環モデルを活用した各種シナリオ予測解析を進めた。本業務は、(株)地圏環境テクノロジーが実施した。

#### ① 既存の水循環モデルによる森林の蒸発散量算出方法の更新

これまで構築・活用してきた水循環モデルにおいては、Penman-Monteith法により蒸発散量を推定していたが、近年は、猪越らにより樹種や樹齢などの違いを反映した蒸発散量の推定方法も提案されている。こうした推定方法を用いることにより、森林状態の違いに着目したシナリオ予測に関しても、よりきめ細かい解析が可能となるため、既存の宮ヶ瀬湖上流域モデル及び大洞沢モデルモデルにおいても、既存のモデルに組み込むための必要な作業を実施した。

#### ② 大洞沢プロットスケール解析モデル及び宮ヶ瀬湖上流域モデルによる現況再現解析

既存の大洞沢プロットスケール解析モデルに対し、上記の蒸発散量の推定方法に更新を行い、土砂流出量の再現解析を実施して解析結果を確認した。また、これまでの解析の課題に対応するため、降雨を要因とする土砂流出に着目して解析を行うこととし、観測値に関しても別途提示する小粒径のみの流出量を用いて、試行錯誤を通じて観測値の再現を試みた。さらに、大洞沢プロットスケールで同定したパラメータを用いて宮ヶ瀬湖上流域モデルを更新した。

#### ③ 宮ヶ瀬湖上流域モデルによるシナリオ解析

更新した宮ヶ瀬湖上流域モデルを用いて、次の4ケースの再解析を行った。なお、非定常解析の場合の降雨条件は、現況再現解析と同様に2006年（平水年）とした。

- ・ ケース1（2006年）：施策前時点の森林状態（2006年の再現解析）
- ・ ケース2（2021年）：2021年までの事業実績を踏まえた森林再生状態
- ・ ケース3（ベスト）：全域で森林が再生した状態
- ・ ケース4（ワースト）：対策をせず全域で森林が劣化した状態

### (7) 結果の概要（主なもの）

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）。

#### ① 大洞沢プロットスケール解析モデルによる現況再現解析

森林の蒸発散量の算出方法を更新するとともに、大洞沢プロットスケールの土砂流出の観測値を精査し、再現解析・検討したところ、過大であった土砂流出量が抑制され、概ね観測値を再現できた。しかし、年毎の土砂流出量の変動の再現が不十分であり、土砂流出量の観測値と降水量の対応が明瞭でないことから実際の土砂流出機構の複雑さにも起因するものと考えられた。

## ② 宮ヶ瀬湖上流域モデルによるシナリオ解析

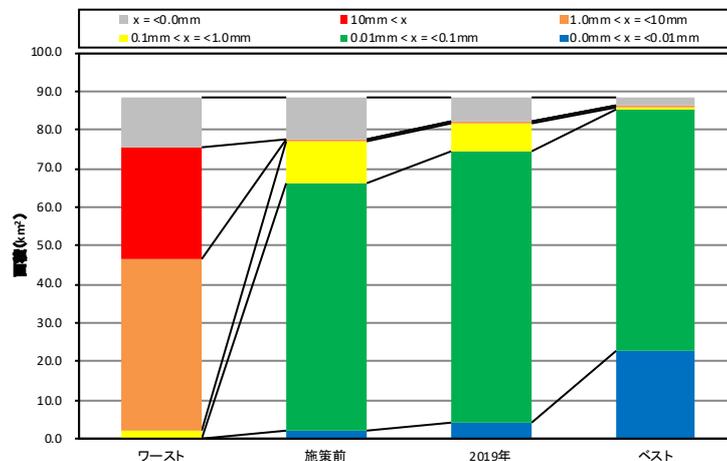
森林の蒸発散量の算出方法を更新したことによる解析結果への影響を確認したところ、河川流量に対する影響は小さいものの、土砂流出量に影響が認められた。今後は、森林や林床状態の違いに対応している蒸発散量算出のパラメータと、透水係数や粗度係数などの水理パラメータの関連づけを行うなど、より実態に即したモデル化が可能になると考えられる。

## (8) 今後の課題

- 土砂流出解析について、今回明らかになった課題を踏まえて、さらなる検討を行う必要がある。
- 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いくことから、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活用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



2021年  
図-1 宮ヶ瀬上流域モデルによるシナリオ解析結果  
(全4ケースの土壌侵食深区分ごとの面積割合の比較)