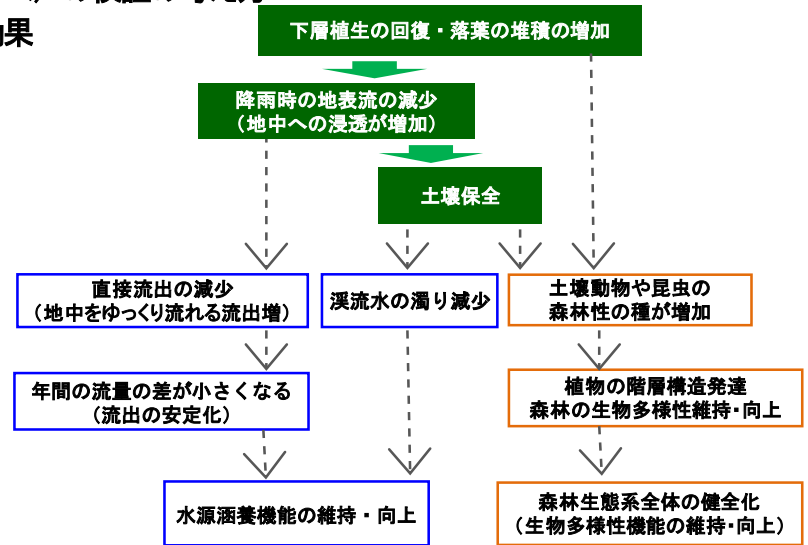


# ①森林モニタリング（対照流域法調査、森林生態系効果把握モニタリング）

## 1 各事業の統合的指標（2次的アウトカム）の検証の考え方

### (1) 下層植生の回復により予想される効果

- 森林整備やシカ保護管理等の事業の実施によって、下層植生の回復、土壌の保全が図られます。
- さらに、長期的には水源かん養機能や生物多様性機能の維持・向上につながると考えられています。
- そこで、現時点では右図のような過程を想定し、これを短期～中長期にモニタリングを継続することによって検証を進めています。



### (2) 検証の内容と方法

#### 目的・内容

#### 検証方法

#### 水源涵養機能

##### ●土壌侵食メカニズム解明

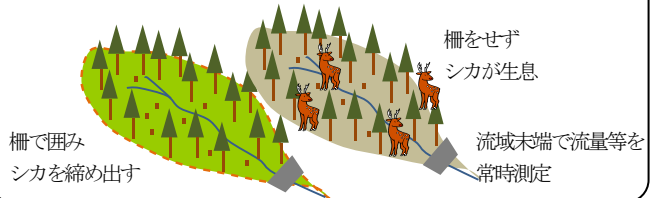
下層植生の衰退状況と地表流量や土壌侵食量の関係を把握

##### ●土壌侵食量調査 (H16～) : 林分スケール

2 × 5m の調査区画を設置して降雨に伴い発生する地表流量や土壌侵食量を測定 ※東丹沢堂平地区

●流域別の水・土砂流出特性の解明  
整備前時点の水源地域の流域別の水や土砂の流出特性、その要因を把握

●対照流域法調査 (H19～) : 流域スケール  
数 ha の小流域をペアで設け、片方のみ整備して降水量・流量・水の濁りを連続測定し、水や土砂の流出の違いを中長期に把握 ※県内4か所で調査



●小流域での整備効果検証  
小流域で実際に水源林整備をモデル的にを行い、整備による水や土砂の流出への効果を把握

●ダム上流域の水土砂流出モデル解析  
流域における整備の有無や強度の違いによる水・土砂流出の差を予測・評価

●整備効果の予測 (H19～) : ダム上流域スケール  
数～数百km<sup>2</sup>の流域を対象に関連調査研究から得た知見に基づく最新の水循環モデルを構築し、シナリオ別のシミュレーション解析を実施

#### 生物多様性機能

●人工林整備による多様性影響の把握  
植物や土壌動物、昆虫、鳥類、哺乳類の種多様性に及ぼす森林整備の効果を把握

●森林生態系効果把握調査 (H25～) : 林分スケール  
小仏山地と箱根外輪山、丹沢山地の各山域でスギ、ヒノキ、広葉樹の3林相を対象に、整備前、整備直後、整備後一定時間経過の3段階で各生物分類群を調査

●山域別の種多様性の現状解析  
県確保の水源林を含む森林生態系としての生物多様性を評価

●多様性の総合解析 (H26～) : 山域スケール  
林分スケールの調査から得られたデータや知見を山域全体の森林に外挿することで評価、山域スケールの生物多様性の現状の把握を試みる

## 2 これまでの成果（2次的アウトカムの検証状況）

### 主な知見

### 成果

水源涵養機能

#### ●土壌侵食メカニズム（土壌侵食調査）

- ・下層植生衰退箇所（植生被覆率1%）では、1年間に最大1cm程度の表層土壌が流出
- ・下草と落葉を合わせた地表面の被覆率が減少するほど、地表流・土壌流出ともに増加
- ・下草と落葉を合わせた地表面の被覆率75%以上で、土壌の流出はほとんど発生しない
- ・斜面の地表流発生・土壌の流出と下流の水の濁り（浮遊土砂流出）は連動して発生  
→ 水源涵養機能保全・再生には、下層植生の回復・維持が最低要件だと確認

林分スケールで検証  
水源の森林づくり効果を

#### ●流域別の水・土砂流出特性（対照流域法調査）

- ・年間降水量と河川流出率の関係は、東丹沢大洞沢で約3000mmに対し75%、小仏山地貝沢で約2200mmに対し62%、西丹沢ヌタノ沢で約2700mmに対し35~70%
- ・一雨の総降水量が大きくなるほど直接流出量（降雨に伴う一時的な流量の増加分）が増加。総降水量75~125mmでの直接流出率（雨量に対する直接流出量の割合）の平均は、大洞沢N03流域22.5%、貝沢N01流域で21.1%、ヌタノ沢Aで20.1%
- ・H23の台風6号および15号における、降水量100mmあたりの流域内平均土壌侵食深（換算値）は、ヌタノ沢A沢（4ha）で0.11mm、0.18mm、大洞沢N01流域（48ha）で0.08mm、0.09mm、貝沢N01~4流域（7~34ha）でいずれも0.00mmで、地質の相違はあるものの下層植生の乏しい丹沢山地で多かった  
→ 対策実施当初における流域別の水・土砂流出の特性を大まかに把握

対策実施後の流域スケールの  
変化把握の基礎値を解明

#### ●小流域での整備効果検証（対照流域法調査）

- 東丹沢大洞沢**；一方の流域でシカを締め出したところ、2年後に植生現存量は増加。現時点では裸地全面の植生回復には至っておらず、水の流出特性の変化も未検出
- 小仏山地貝沢**；・良好に管理された人工林で、まとまった間伐（群状・定性）と木材搬出を行い、溪流沿いでは間伐と除伐を控えたところ、森林施業に伴う短期的な水質や水の濁りへの負の影響はみられなかった  
→ 効果を結論づけるには時間経過が不十分だが、想定された初期段階の変化は確認

小流域スケールでの  
整備効果検出に目処

#### ●ダム上流域の水土砂流出モデル解析（水循環モデル解析）

- ・宮ヶ瀬ダム上流域のシミュレーション解析からは、好転シナリオ（現況より下層植生が豊富な状態へ変化）では森林斜面の地表流が減少し、結果的に年間の河川流量の差が小さくなるとの予測結果を得た。一方、放置シナリオ（現況より下層植生が衰退）では、森林斜面の地表流が増加し、年間の河川流量の差が大きくなるとの予測結果  
→ 対策実施の有無がダム上流域スケールの機能に影響するとの予測

対策事業の効果を広域  
スケールで予測可能化

生物多様性機能

#### ●人工林整備による多様性への影響把握（林分スケールでの効果把握調査）

- ・H26の小仏山地と箱根外輪山での調査から、ヒノキ林では間伐して時間が経過したところでは高木性広葉樹の稚樹高が高くなっていた。両山地では間伐して時間が経過したところでは下層植生の植被率や種数が多い傾向が認められ、小仏では下層植生の植被率や種数が多いところでは林床性昆虫の種数や個体数も多くなる傾向があった。
- ・林相別で各分類群を比較すると、小仏では昆虫の種類や個体数はスギ林やヒノキ林よりも広葉樹林で多く、広葉樹林は比較的種類組成が異なることがわかった。
- ・鳥類と哺乳類では明瞭な傾向を見いだせなかったが詳細な解析は今後の課題である。

整備後一定時間が経過すると分類群  
により多様性が高まることを確認

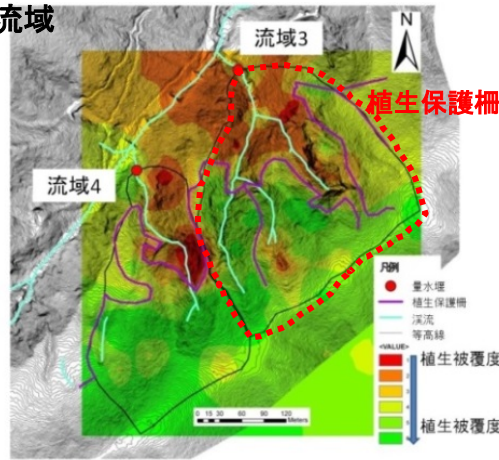
#### ●山域別の種多様性の現状解析：モデルやシミュレーションによる解析方法を検討中

### 3 宮ヶ瀬ダム上流域における下層植生の回復による2次的アウトカムの検証状況（各事業の統合的指標による評価）

#### ●現状・事業実施前の状態と機能：下層植生が乏しく水源涵養機能が低下（土壌が流出。森林の中で面的に地表流が発生しているとの解析結果も。）

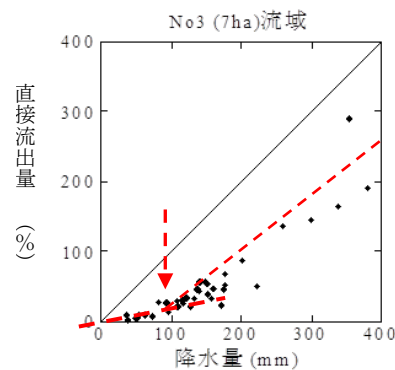
##### 小流域スケール；大洞沢試験流域

大洞沢の試験流域の下層植生の被覆度の分布をみると、尾根の傾斜の緩い場所にはシカの不嗜好性種を中心とした下層植生が繁茂しているものの、流域の下部や溪流沿いが裸地となっており土壌が流出している。



下層植生の被覆度の分布

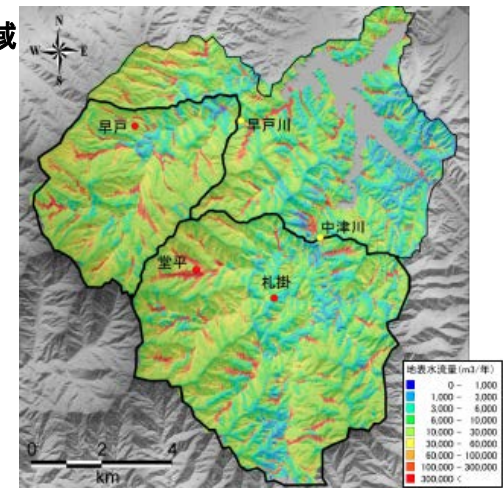
大洞沢の各流域では、総降水量が100mmを超えると急激に直接流出量が増加する。  
2010～2011年の総直接流出量の総降水量に対する割合は、流域N03（実施流域）で35%、流域N04（対照流域）で33%であった。  
※直接流出量；降雨に伴う一時的な河川流量の増加分



流域N03における直接流出量と降水量の関係

##### ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域を対象に大洞沢の現地観測データ等を用いて、水循環モデルの現況再現解析を行った。  
再現性が検証されたモデルを用いて、事業実施前の水流出を再現したところ、表流水の年間積算値の分布図から、下層植生が衰退した森林斜面の地表流の発生を確認。



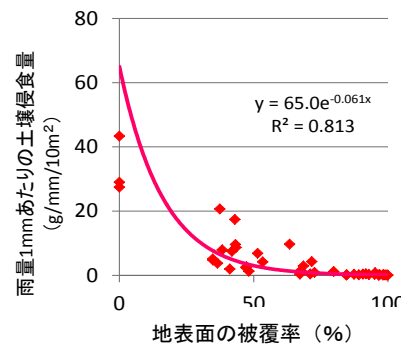
表流水の年間積算値の分布※赤・黄で多い

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並み）

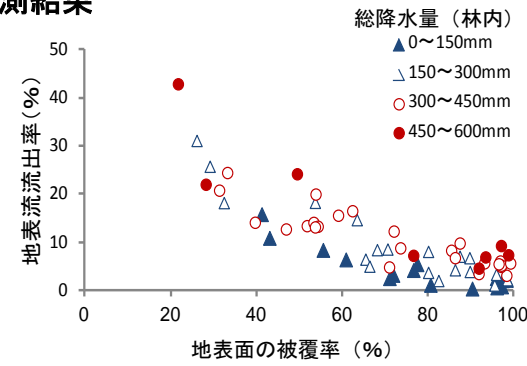
#### ●事業の実施の有無による比較：今後の機能の改善を示唆する結果を確認

##### 林分スケール；堂平地区の2m×5mの調査区画での実測結果

下草と落葉を合わせた地表面の被覆率75%以上で土壌は流出しない。  
地表面の被覆率が低いほど、降った雨のうち地中に浸透せず地表流として流出する割合は多い。被覆率が高いと大雨でも地表流の発生は少ない。



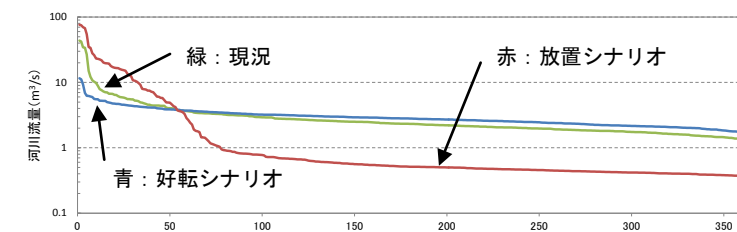
地表面の被覆率と土壌侵食量の関係



地表面の被覆率と総雨量に対する地表流出率の関係

##### ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

水循環モデルにより、下層植生状態のシナリオ別に1年間の雨量に応じた河川の流量（流況）を解析したところ、下層植生が十分回復すると年間の流量の差が小さくなる傾向、一方、下層植生が大きく衰退すると年間の流量の差が大きくなるとの予測結果。



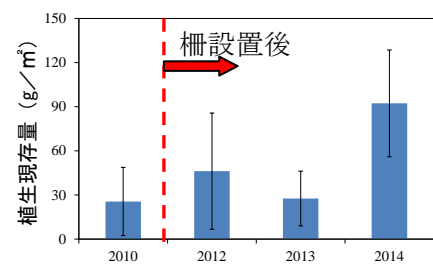
宮ヶ瀬ダム上流中津川の流況曲線（年間の日流量を多い順に並べ替えたグラフ）

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量

#### ●事業実施後（下層植生が回復）：地表流と土壌流出が大幅に減少、機能向上を予測的に検証

##### 小流域スケール；大洞沢試験流域での実測結果

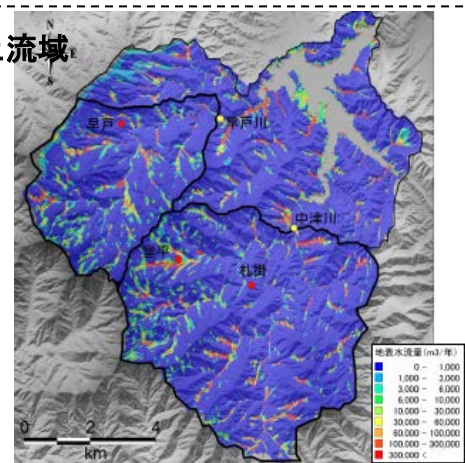
柵で囲った流域N0.3では、裸地の植生回復はみられないものの、下層植生（不嗜好性植物）のある箇所では植生現存量が増加。



柵内の植生被覆のある調査区画の植生現存量の推移

##### ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域の現況再現性が検証された水循環モデルを用いて、林分スケールの土壌侵食調査で得られた知見を踏まえ、ダム上流全体で下層植生が大幅に回復した場合（好転シナリオ）の水流出を解析したところ、森林斜面の地表流が大幅に減少との予測結果



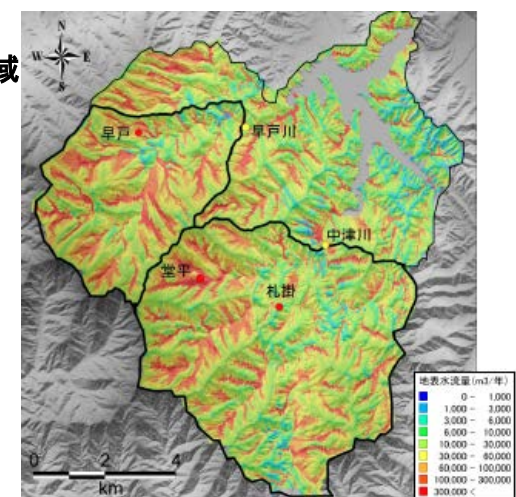
表流水の年間積算値の分布※青で少ない

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並）

#### ●事業を実施しなかった場合（下層植生の衰退が進行）

##### ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域で構築した水循環モデルにより、林分スケールの土壌侵食調査で得られた知見を踏まえて事業を実施せずにダム上流全体で下層植生の衰退が大幅に進んだ場合（放置シナリオ）の水流出を解析したところ、森林斜面の地表流が大幅に増加との予測結果



表流水の年間積算値の分布※赤・黄で多い

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並）