

大洞沢水環境モニタリング実施計画

平成 20 年 3 月

目 次

○ はじめに.....	1
1. 対照流域法等による水環境モニタリングの考え方.....	2
1.1 モニタリングデザイン	2
1.2 水源の森林エリアのモニタリング流域設定	3
1.3 水環境モニタリングの全体スケジュール.....	5
2. 大洞沢のモニタリング基本計画	6
2.1 モニタリングのシナリオ.....	6
2.2 試験流域の設定	8
2.3 実施手順.....	9
2.4 整備実施計画.....	9
3. モニタリング実施計画.....	11
3.1 モニタリング項目.....	11
3.2 モニタリング仕様.....	12
4. モニタリング施設計画.....	25
4.1 試験流域内の観測施設の配置.....	25
4.2 観測施設ごとのモニタリング項目.....	26
4.3 観測施設構造図	27
4.4 観測システム仕様.....	30
5. 東丹沢地域総合解析	31
5.1 小流域モデル構築手順	31
5.2 宮ヶ瀬ダム上流流域モデル構築手順.....	33
5.3 総合解析方法.....	33

○ はじめに

◆ 本計画の位置づけ

- ・神奈川県では、平成 19 年度から水源環境保全・再生施策を開始している。
- ・自然環境保全センター研究部では、実行 5 か年計画における施策の効果検証のための水環境モニタリングとして、森林でのモニタリング調査を行うこととなっている。
- ・当調査は、平成 20 年度より県内の 4 地域に順次、試験地を設定する計画となっている。
- ・平成 19 年度は、翌年度の 1 箇所目の試験地設定・調査開始に向けて、準備、検討を行った。本実施計画書は、その成果として取りまとめたものである。

◆ 本計画の作成目的

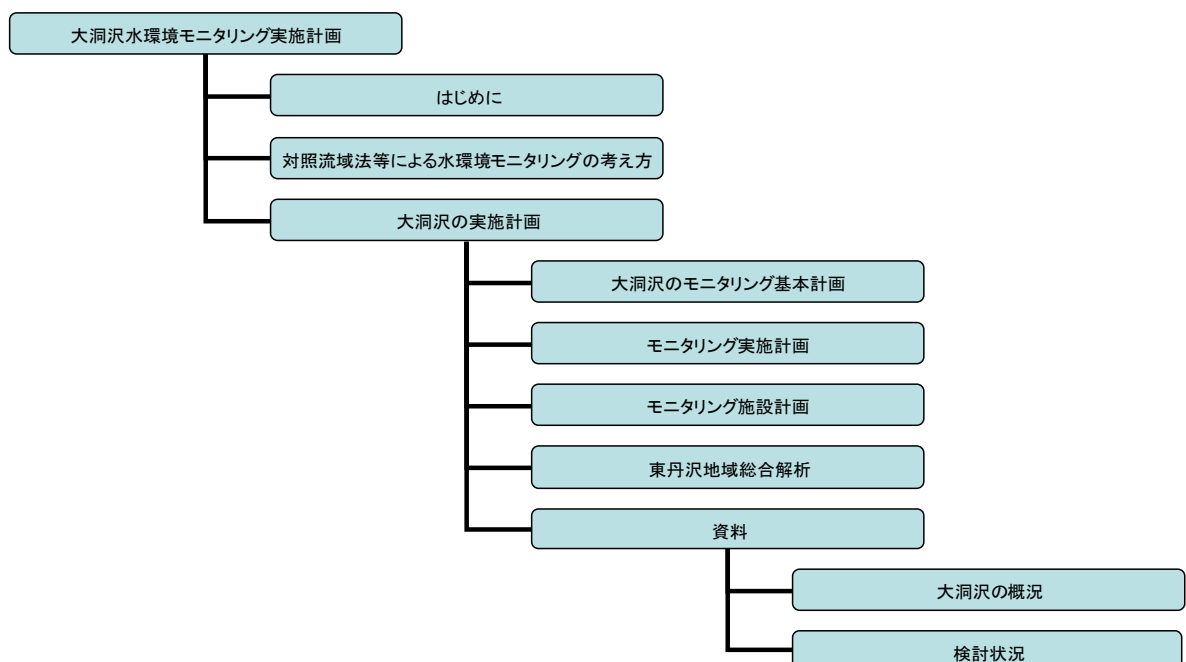
- ①平成 19 年度時点での検討結果を記録として残し、平成 20 年度以降の取り組みに直接かわる関係者間で認識の共有を図るため。
- ②施策実行にかかわる関係者間で情報共有を図るため
- ③外部に情報提供していくため。

◆ 本計画の見直し

- ・本実施計画は、あくまでも平成 19 年度の検討結果であり、検討の十分でない事項や関係所属との調整が必要な事項が含まれている。そのため、今後実行段階に移っていく上で、変更点や進捗状況等の修正、新たに追加される事項などが生じることが予想される。
- ・そのような現場サイドで発生した状況の変化と合わせて、今後の施策全体の実施の動向を見極めながら必要に応じて計画の見直しを行うこととする。
- ・見直しの作業にあたっては、自然環境保全センター研究部が中心となって、関係者の意見を踏まえて作業を行う。

◆ 本計画の構成

- ・対照流域法等による水環境モニタリング全体の考え方と大洞沢における実施計画、および検討過程や材料を盛り込んだ資料編で構成する。



1. 対照流域法等による水環境モニタリングの考え方

1.1 モニタリングデザイン

かながわ水源環境保全・再生施策では、順応的管理を採用し、事業の実施と並行してモニタリングを行い、事業の実施効果を評価した上で、全体構想も含め必要な見直しを行っていくこととしている。

順応的管理は、自然環境のような不確実性を伴う対象を取り扱うための管理手法であり、管理プロセスの中に「目的設定(仮説)－実験－検証」という科学的手法を組み込んだものである。したがって、順応的管理では、前提となる仮説(シナリオ)が不可欠であり、この仮説(シナリオ)に従って実験(管理)を行い、その結果をモニタリングによって科学的に検証していくことになる。

このような実験の検証に有効なモニタリング・評価手法として、**BARCI デザイン***がある(図 1.1)。これは、因果関係を実験的に正しく評価でき、目標への到達度についても定量的に把握できる手法である。対照流域法等による森林の水環境モニタリングも、可能な限りこの **BARCI デザイン** に沿ったモニタリング設計とする。

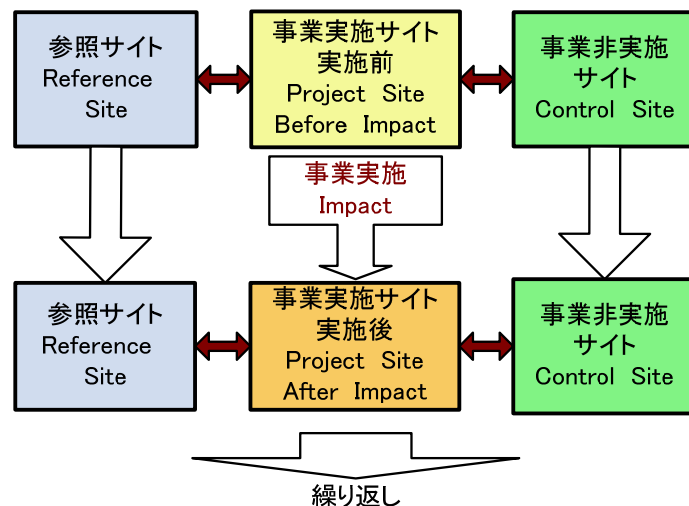


図 1.1 自然再生におけるモニタリングデザイン (BARCI デザイン) (中村、2003 より作成)

※BARCI デザイン：事前調査(Before)と事後調査(After)という時間軸と、標準区(Reference)対照区(Control)と再生区(Impact)という空間評価軸によって自然再生事業の効果・影響を評価する方法。目標像に近づけるための手段とその効果の科学的な検証を可能とする。

1.2 水源の森林エリアのモニタリング流域設定

かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画では、県内水源エリアの4地域に、平成20年度から対照流域法[※]等による試験地を順次設定し、20年間森林の水源涵養機能調査を行うこととなっている(図1.2)。

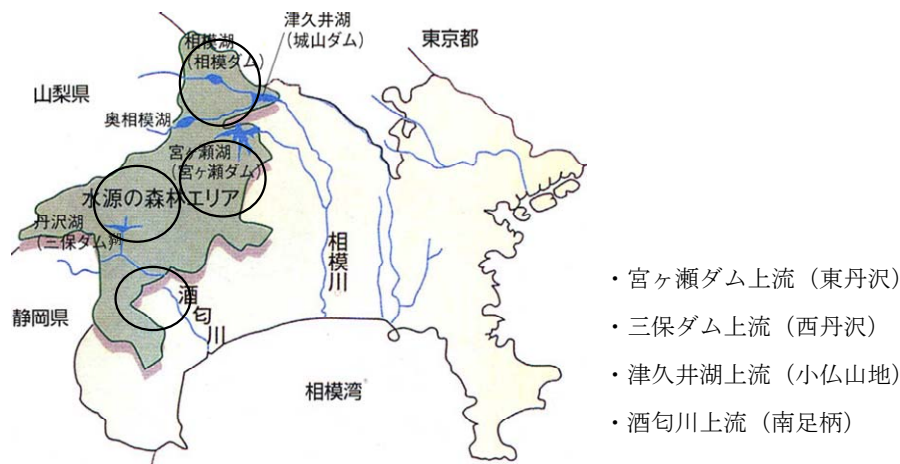


図 1.2 調査の予定地域

(出典)神奈川県、2005、かながわ水源環境保全・再生 実行5か年計画

※対照流域法とは、地形その他の条件が似た複数の隣接する流域で、異なる森林施業を行い、その後の各流域の水流出等の変化を比較していく実験的な調査である。

この4地域は、地形・地質やニホンジカの生息密度、所有形態の異なる地域であるが、そのような各地域の性質を明確に設定することも、地域ごとの意味づけとして必要である。空間スケールの階層性を考慮すると、本来は、水源の森林エリア全体のスクリーニングを行い、4地域のそれぞれの問題とその構造を把握した上で、それに基づきシナリオを設定し、対照流域法等により再生の実証的なモニタリングをすることになる。しかし、平成19年度はそのような広域の検討を実施していないため、図1.4のとおり仮定した。今後は、既存情報等により広域の調査を行い、根拠となるデータを整備して、必要に応じて修正する必要がある。

スケール	地域	流域	地区
空間サイズ	100Km ² ~1000Km ²	10Km ² ~100Km ²	ha~1Km ²
調査の視点	個々の群集や生態系の単位での診断評価	劣化している生態系の原因解明	生態系再生のための実験的調査
調査手法	粗くても広域をカバーする既存データを活用した調査	中小流域レベルでの現地調査	現地での再生実証試験
評価方法	リファレンスとの比較	特定の動植物種の生息環境評価	原因を検証できる手法(BARCIデザイン)
留意点	診断基準の組み立てが重要	土地利用と物質の流れに着目	対照区の設定が難しい場合1地区の繰り返しで評価

図 1.3 空間スケールの階層性を考慮したモニタリングデザイン(中村(2004)より作成)

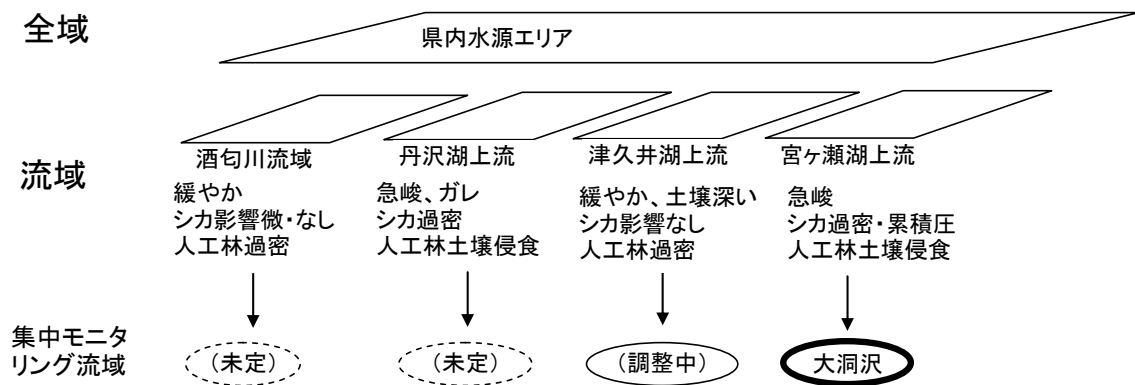


図 1.4 4 地域の特性(仮定)

<今後の課題>

- ・ 広域の視点での調査
- ・ 津久井湖上流のモニタリング流域設定のための調整
- ・ 丹沢湖上流、酒匂川上流の調査地の選定(適切な流域があるかどうか)

1.3 水環境モニタリングの全体スケジュール

4 地域におけるモニタリング流域は、平成 19 年度より順次場所を選定し、試験地設定する予定となっている。この 4 地域では、現地の自然環境や事業に関する既存情報の整備の進捗状況は異なるため、この既存情報整備状況等を勘案して、実施に有利な地域から開始する。

表 1.1 水環境モニタリングの全体スケジュール

	H19 (2007)	H20 (2008)	H21 (2009)	H22 (2010)	H23 (2011)	H24以降 (2012)
施策スケジュール	実行5か年計画					新計画
水環境モニタリング	試験流域の設定				中間取りまとめ	モニタリング・検証
宮ヶ瀬ダム上流域	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・モニタリング	・モニタリング	・モニタリング	・モニタリング
津久井ダム上流域	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・モニタリング	・モニタリング	・モニタリング
三保ダム上流域	—	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・モニタリング	・モニタリング
酒匂川上流域	—	—	—	・事前調査・検討 ・流域モデル構築	・施設設置	・モニタリング

2. 大洞沢のモニタリング基本計画

2.1 モニタリングのシナリオ

大洞沢は、宮ヶ瀬ダム上流に位置する中津川流域の一部であり、かながわ森林再生 50 年構想や丹沢大山自然再生計画における「山地域」に該当する。現状では、シカの過密化による林床植生の衰退とそれに起因する森林土壌の流出などが起こっている地区である。

大洞沢における水源環境の再生の筋書きは、既存の計画等も踏まえて、ニホンジカ個体群と人工林等の生息環境の適切な管理により、流域の林床植生が回復し土壌が保全される状態に再生することによって水源環境の再生を図ることに設定した。

この再生の筋書きを前提として、大洞沢における整備に伴う現地の自然環境の変化のシナリオを図 2.1 のとおり仮定した。このシナリオは、これまでの定性的な知見から設定したものであり、モニタリングによって定量的な検証を行う。

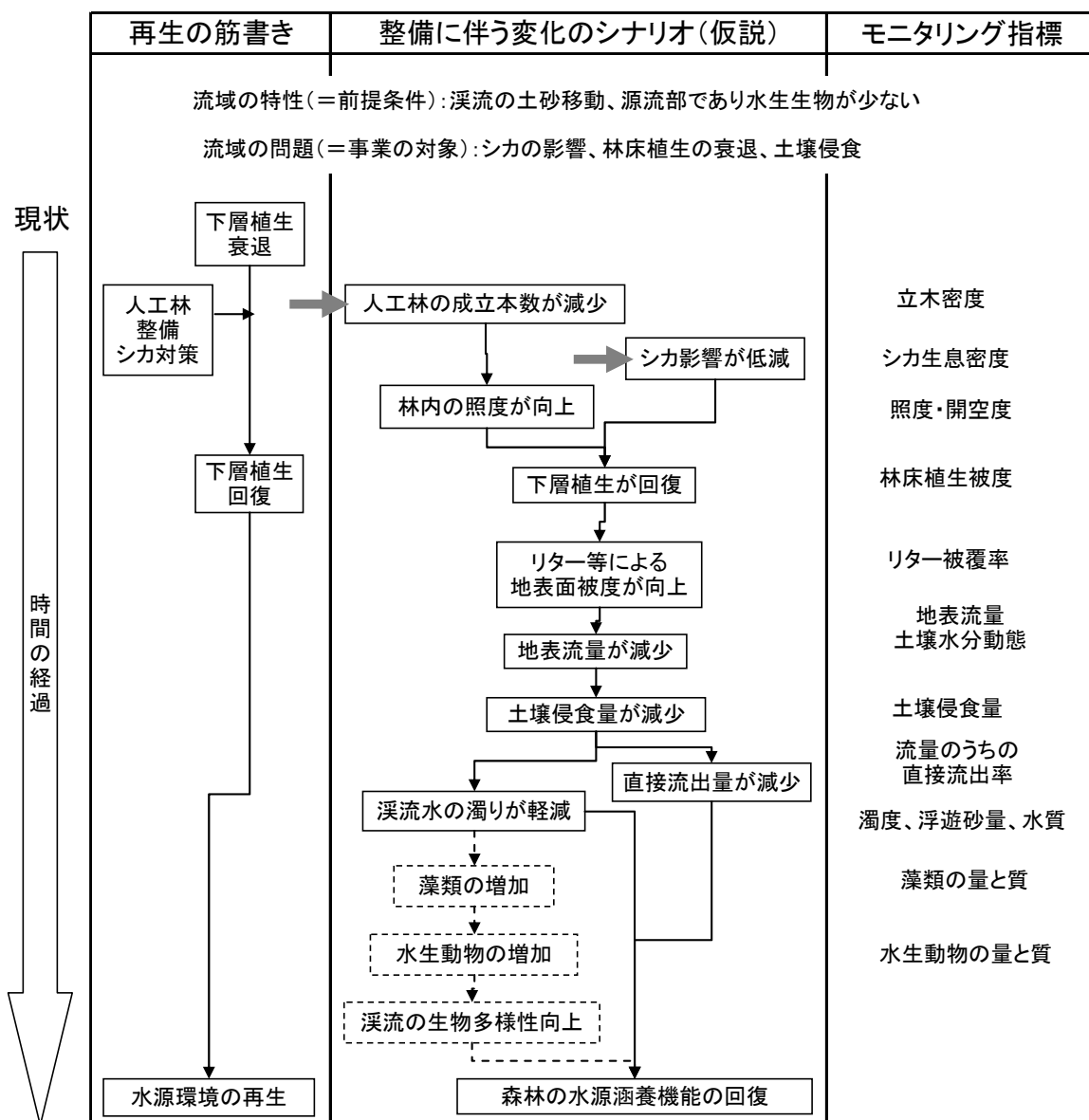


図 2.1 整備に伴う変化のシナリオ

*源流部のため、もともと水生生物は多くはない。

モニタリング結果の評価は、2つのアプローチで行う。一つは、BARCI デザインによる整備効果の検証であり、時間経過を伴った再生の筋書きの実証である。もう一つは、シナリオに基づいて要因の応答関係を定量的に設定し構築した流域モデルの検証であり、要因の応答関係の定量化を図るものである。前者では、5年後の効果は、5年経過しなければ検証できないが、後者では、流域モデルの精度を向上させることにより、シナリオに基づいた将来の効果予測が可能となる。

BARCI デザインによる評価では、試験流域としてあらかじめ整備実施サイトと非実施サイトを設けておく。本来は、再生の目標となるような参照サイトを設定することが望ましいが、大洞沢の近傍ではそのような箇所はほとんど見当たらない。そのため、長期的には県内で4地域実施するうちの他地域との比較も検討することとした。また、大洞沢周辺では、シカの個体数調整が全域にかけて実施されるので、まったく何もしない非実施サイトは設定しづらい。そのため、実質的には、強度実施区と弱度実施区になる。

前述の変化のシナリオに基づいて、実施前と実施後(比較1)、整備実施サイトと非実施サイト(又は強度実施と弱度実施)(比較2)、他地域(シカ影響のない地域等)との比較(比較3)について、指標を定量的に評価し比較する。ただし、比較2では、双方の流域の現場条件から、水生生物では初期状態が著しく異なり、単純に評価できないことも予想される。

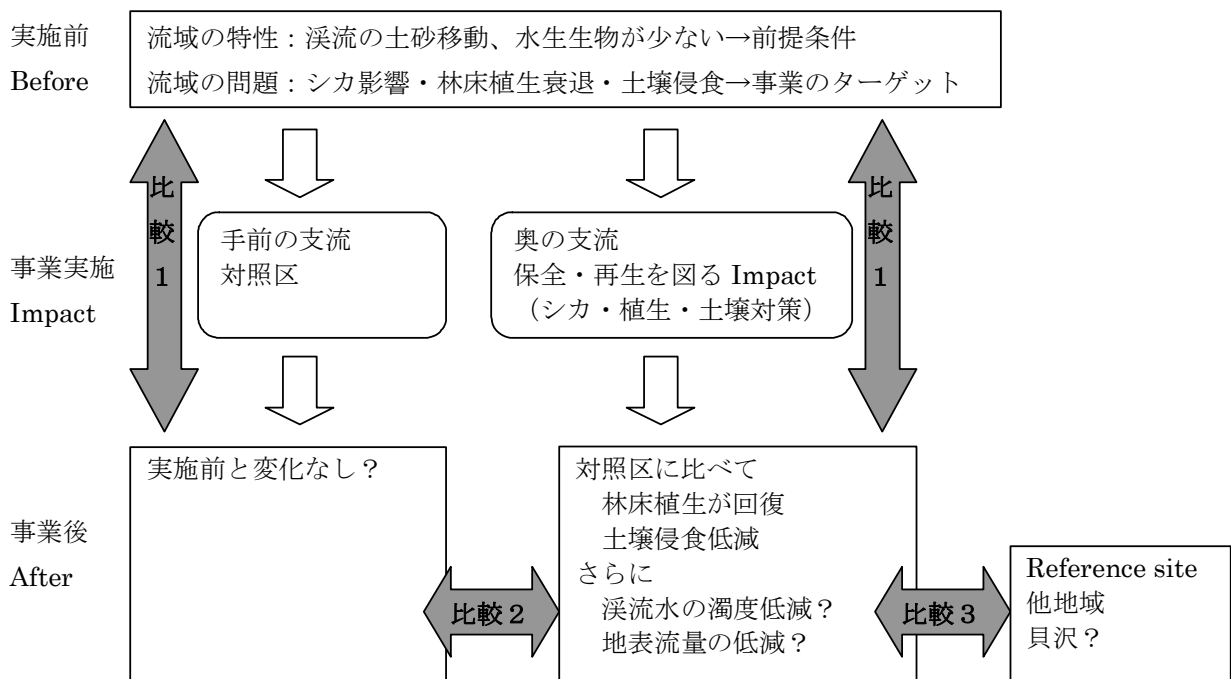


図 2.2 BARCI デザインによる評価方法

流域モデルの検証については、「5.東丹沢地域総合解析」に示す。

2.2 試験流域の設定

モニタリング流域として選定した大洞沢流域は、東丹沢清川村の宮ヶ瀬ダム上流流域で、全域が県営林であり、スギやヒノキの若齢林から壮齢林、針広混交林、広葉樹林等の多様な林分がモザイク状に配置している。当該流域においては、流域内の林況、植生、土壌等の概況調査を昭和54年と平成9年に実施している。また、雨量、流量(水位)についても流域の最下流の量水堰で昭和56年から継続して観測してきた。

流域の概要を表2.1及び図2.3に、既往調査結果の概要を資料編に示す。

表 2.1 モニタリング流域(大洞沢)の概要

標高	432～878m
地形	対象とする流域 48ha、急峻で土砂移動が激しい
法規制	森林法(保安林)、自然公園法(特別地域)
土地所有	県有林

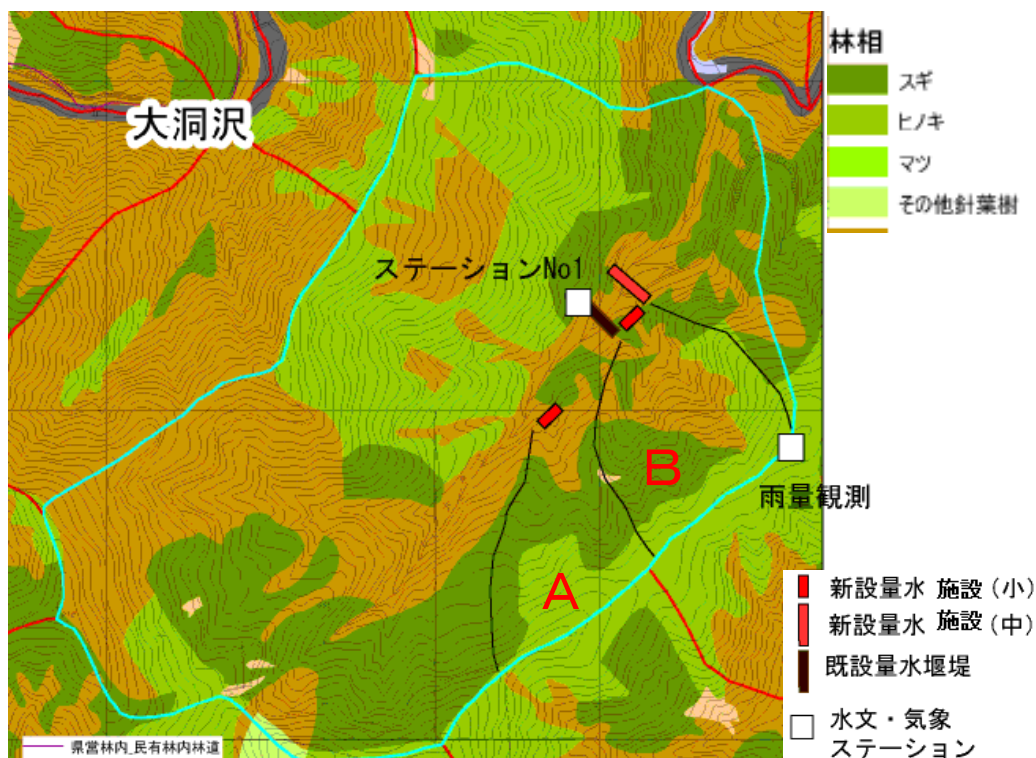


図 2.3 モニタリング流域(大洞沢)の概要

試験流域

A流域：実験区(強度整備サイト)

B流域：対照区(弱度整備サイト)

大洞沢全流域：県道下から上流側流域

大洞沢既存観測流域：既設量水堰から上流側流域

2.3 実施手順

モニタリング調査の当面の実施手順を表 2.2 に示す。

対照流域として設定する 2 流域の自然条件については同一でないため、ある程度事前モニタリングの期間を確保することが重要である。これは、モニタリング結果の流域間の差異が、整備の違いによるものなのか、もともとの流域特性によるものなのか判別不能になることを避けるためである。

表 2.2 調査の全体スケジュール

	実施内容		必要期間	大洞沢スケジュール	備考
Step 1	計画検討・事前調査	用地の調整、既存の調査結果整理、モニタリング計画検討、事前現地調査	1 年間	H19	
Step 2	施設設置・観測システム整備	量水堰等観測施設設置工事、観測機器及び観測システム整備業務	1 年間	H20	
Step 3	事前モニタリング	流域の特性を把握するため実験区・対照区ともに何も手を加えないで、観測を行う。	3 年間	H21～23	
Step 4	整備実施	実験区で整備を行う。		H23 下半期	中間報告
Step 5	事後モニタリング	実験区・対照区ともに観測を継続する。	継続	H24 以降	

2.4 整備実施計画

再生のシナリオにしたがって、整備実施区では、下層植生を回復させるために、現状での下層植生の衰退の要因に注目して整備を行う。

具体的な整備内容としては、強度実施区では、シカの個体数調整や人工林の間伐と枝打ち、植生保護柵、土壌保全工等によって、早期に林床植生の回復した理想的な状態に再生を図ること、弱度実施区では、シカの個体数調整を行うことが考えられる。

○実験区(A流域)：シカ影響の軽減とともに植生回復対策、土壌保全対策を行う(図 2.4)。

- ・シカ影響の軽減→植生保護柵
- ・植生回復対策→光環境改善＝強度間伐と枝打ち
- ・土壌保全対策→土壌保全工の施工

○対照区(B流域)：特別な対策を実施しない

- ・周辺と同様なシカの個体数調整
- ・(通常的人工林整備)

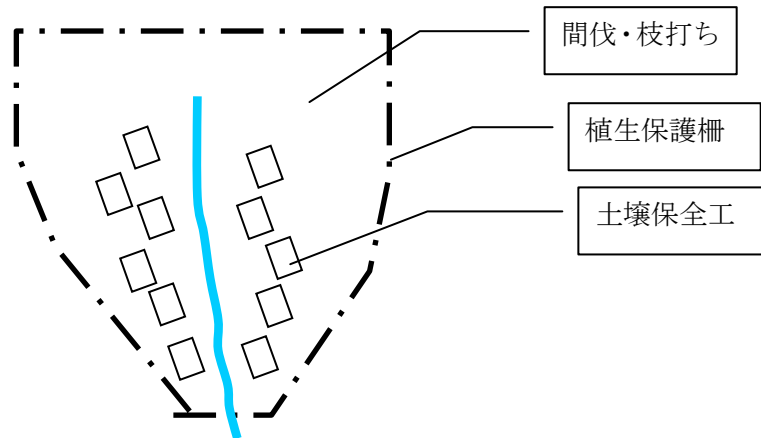


図 2.4 実験区における整備内容(案)

<今後の課題>

- ・ 整備内容と時期に関する関係所属との調整

3. モニタリング実施計画

3.1 モニタリング項目

流域 A(効果測定流域)と流域 B(対照流域)において、表 3.1 に示す項目についてモニタリングを行い、森林整備の効果等を確認する。また、それぞれのモニタリング項目について、対照区と比べて実験区で予想される変化は表 3.2 に示す通りである。

表 3.1 モニタリング項目

	森林整備効果検証指標		基盤情報
	直接指標	間接指標	
水・溪流環境	水量 水質・水温 浮遊砂量・濁度 掃流砂量 溪畔環境(照度・水温など)	藻類 水生動物	降水量(積雪量) 降雨水質 気温、湿度 日射量
森林環境	光環境 森林構造(林相、立木密度等) 土壌理化学性* 地表流量 土壌流出量 土壌水分量 土壌深度*	林床植生(被度、現存量) リター量	

*印は、初期状態（現状）の調査のみ。

表 3.2 項目ごとのねらい(予想される変化)

	実施後即	短期(数年)	中期(5年以上)	長期(20年以上)
溪流の指標	溪畔環境 (照度、水温)	濁度↓ 浮遊砂量↓	藻類 水生動物 直接流出率	流量の平準化
森林の指標	光環境↑ 立木密度↓	土壌侵食量↓ 林床植生量↑ リター堆積量↑	林相	

<今後の課題>

- ・ 現地調査の役割分担について、予算等を勘案し年度ごとに調整する。

3.2 モニタリング仕様

3.2.1 基盤情報

(a) 降水量(積雪量)

a) 調査方法

降水量の測定は自記雨量計(0.5mm 用転倒マス式雨量計：従来調査と同様)を用い、データロガーにより結果を記録する。降雪量についても測定できるように、ヒーター等を内蔵し、降雪を溶かすことができる計器を用いる。

- ・ 林外雨量
- ・ 林内雨量(樹冠通過雨量および樹幹流下量)

樹幹流下量は幹に半割パイプを巻いて集水することにより、雨量計で測定する。

- ・ 降雨水質

水質測定用に、簡易な 30cm 径のロートに粗大なごみを排除する網を入れた装置を林外雨・林内雨量測定地点付近に設置し、2 週間に 1 回程度の頻度でポリビンを回収する。また、可能であれば、毎回、ロートなどは洗浄した新しいものに交換する。

b) 調査頻度

調査は通年で実施するものとし、データの記録はデータロガーにより 10 分間隔で実施し、測定結果は定期的に収集する。

c) 調査地点

降水量観測地点の選定にあたっては、以下に示す条件を考慮し、調査域内において 1 地点設置するものとする。なお、林内雨量については 1 箇所につき 3 点以上測定する。

- ・ 地形が狭窄しているなど、風向・風速が特殊な値を示すようなことがない所。
- ・ 概ね 10m 四方以上の広さの開放された土地であって、局所的な気流の変化が少ないこと。
- ・ 湛水する恐れがないこと。
- ・ 観測や巡回点検に便利であること。

d) 留意点

降水量調査の実施に際しては、以下の点に留意すること。

- ・ 雨量計の受水口は水平に設置するものとする。
- ・ 観測が確実に行われているかどうか、定期的に巡回を行うこと(その際にデータの回収を行う)。
- ・ 転倒マス式雨量計による測定では、降雨強度が強い場合には誤差が生じる。また、ヒーターによる大雪については測定不能。

(b) 気温

a) 調査方法

データロガー式の温度計を用い、気温の連続観測を行う。

b) 調査頻度

各地点の気温を通年で測定し、その季節変動等を確認する。なお、測定頻度、データ回収頻度は機器の種類によって異なるため、確認する。

c) 調査地点

降水量調査地点と同様とする。

(c) 日射量

a) 調査方法

全天日射センサを用いてデータロガーにて記録する。

b) 調査頻度

10分間隔で記録する(5秒ごとに計測し10分値を演算)。

c) 調査地点

降水量調査地点と同様とする。

3.2.2 森林整備効果検証指標

(1) 水・溪流環境

1) 直接指標

(a) 水量

a) 調査方法

量水堰における水位を測定し、その水位と水位－流量換算式を用いて流量を算出する。量水堰は、小流量から比較的大きな流量まで測定することが可能な、三角堰と矩形堰をあわせたものを用いる。

水位の測定にはペンレコーダーで水位変化をチャート紙に自記記録する自記記録式の水位計を用いるものとし、チャート紙上の数値を読み取ることで水位を算出した。なお、圧力式自記水位計を併用するものとする。

b) 調査頻度

通年

c) 調査地点

各流域の流域最下流部に量水堰を設置する。

d) 留意点

- ・ 自記紙の交換は定められた方式で実施すること。
- ・ 量水堰において土砂が堆積すると、水位－流量換算式が変わる。

(b) 水質

a) 調査方法

水質の調査は、①平均流出濃度、②時間・季節変化、③降雨に対する応答性、④物質濃度間の相関性、⑤物質の流出負荷量の評価等のために実施する。①～④は定期的に採水・分析を行う定期調査、⑤は降雨時の洪水流出を採水し分析する降雨時調査を実施する必要がある。また、調査時には水温についても測定する(1時間おき測定、ロガー記録)。

* 丹沢大山総合調査での測定

採水時に pH、EC(電気伝導度)および水温を携帯式の機器を用いて測定した。採水した試料は冷蔵保存し、主要な溶存イオンとして、陰イオン 3 種類(NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-)と陽イオン 5 種類(NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})の測定をイオンクロマト法によって行い、陰陽イオンのバランスから負荷電の不足分を重碳酸イオン(HCO_3^-)として算出した。また、母岩の風化に係る SiO_2 濃度をモリブデン比色法により測定した。

b) 調査頻度

調査は定期調査と降雨時調査を行うものとし、それぞれ以下に示す頻度で調査を実施する。

- 定期調査 : 1～2 回/月
- 降雨時調査 : 年間 3～5 降雨程度(降水量 80mm 程度以上の降水時 : 梅雨の大雨や台風等の災害降雨など)

c) 調査地点

各流域の流域最下流部に設置した量水堰地点にて実施。

d) 留意点

- ・ 定期調査には、発芽、開花、蒸発散等の山林活動が活発な時期、落葉等の時期が含まれるように設定する。
- ・ 降雨時調査は、先行降雨、降水強度等によって状況が異なるため、それらの違いが把握できることが望ましい。また、ファーストフラッシュを確実に把握することが重要である。

(c) 浮遊砂量(濁度)

a) 調査方法

水位センサーをつけた自動採水器を用い、増水により水位が上昇した際に採水を行う。水位センサーは平水時の水面付近に設置し、増水によりセンサーが水を検知すると採水を開始する。採水した水は室内に持ち帰り、浮遊土砂濃度を分析する。また、天気予報の降雨予測をもとに、降雨に先駆けて手動で採水を開始させることも検討する。

b) 調査頻度

増水時に、30分間隔で12時間の採水を実施する。なお、長雨の場合は、60分間隔で24時間の採水に変更するなど、採水期間を延ばすことも必要。また、12時間で増水(直接流出)が低減しない場合は、採水ボトルの交換も必要となる。

c) 調査地点

各流域の流域最下流部に設置した量水堰地点にて実施。

(d) 掃流砂量

a) 調査方法

量水堰の上流側の沈砂池を用いて、この沈砂池内に堆積した掃流砂量を測定する。測定は沈砂池内の堆積土砂の縦横断測量により行う。沈砂池内が満砂に近くなった場合には測定後に排砂して、土砂の堆積機能を回復させる。

b) 調査頻度

測定は多量の土砂堆積が生じた場合に沈砂池内の堆積土砂の縦横断測量により行う。

c) 調査地点

各流域の流域最下流部に設置した量水堰地点の沈砂地にて実施。

(e) 溪畔環境(照度など)

a) 調査方法

3.2.2(2)森林環境 1)直接指標(a)光環境に準じて行う。
林外および林内において照度計(日射量計)により測定する。

b) 調査頻度

3.2.2(2)森林環境 1)直接指標(a)光環境に準じて行う。

c) 調査地点

代表的な溪畔林の林相の場所で測定する。

2) 間接指標

(a) 藻類

a) 調査方法

河川内の 5 個以上の付着基盤(河床の礫等)より、おのおの 5cm×5cm の面積を剥離採取し(図 3.1 参照)、それを試料が約 5%になるよう調整したホルマリンにより固定する。試料は室内に持ち帰り、よく混合した後、その適量を顕微鏡下で種毎に細胞数・群体数を計数し、単位面積あたりに換算したものを結果とする。

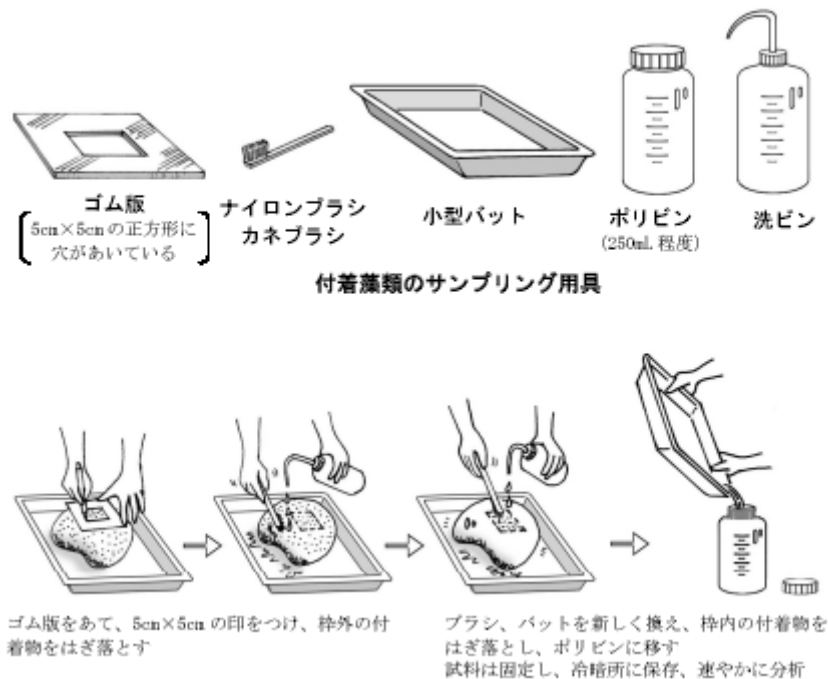


図 3.1 付着藻類のサンプリング方法

(出典)平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル基本調査編【ダム湖版】

b) 調査頻度

水温の変化や河川での流量の変化を考慮するため、少なくとも四季に調査を実施する(できれば 1 回/月)。

c) 調査地点

上流から下流にかけての瀬で実施(数地点)

d) 留意点

上流域の清冽な水域での調査では付着藻類量が少ないことが多いため、あらかじめサンプルサイズを大きくする等の対応が必要となることがある。

(b) 溪流生物(魚類)

a) 調査方法

調査は、調査地域の特徴(川幅が狭い、岩が多い等)を考慮し、現地に適した方法で実施するものとする。主な調査方法及びその調査努力量を以下に示す。

- ・エレクトリック・フィッシャー(1組×1時間程度)・・・魚類全般
- ・目視確認・・・目視によって確認できる魚類
- ・タモ網(1人×1時間程度)・・・河岸植物帯、河床の石の下等に生息する魚類
- ・サデ網(1人×1時間程度)・・・河岸植物帯、河床の石の下等に生息する魚類
- ・玉網(1人×1時間程度)・・・小型の底生魚全般

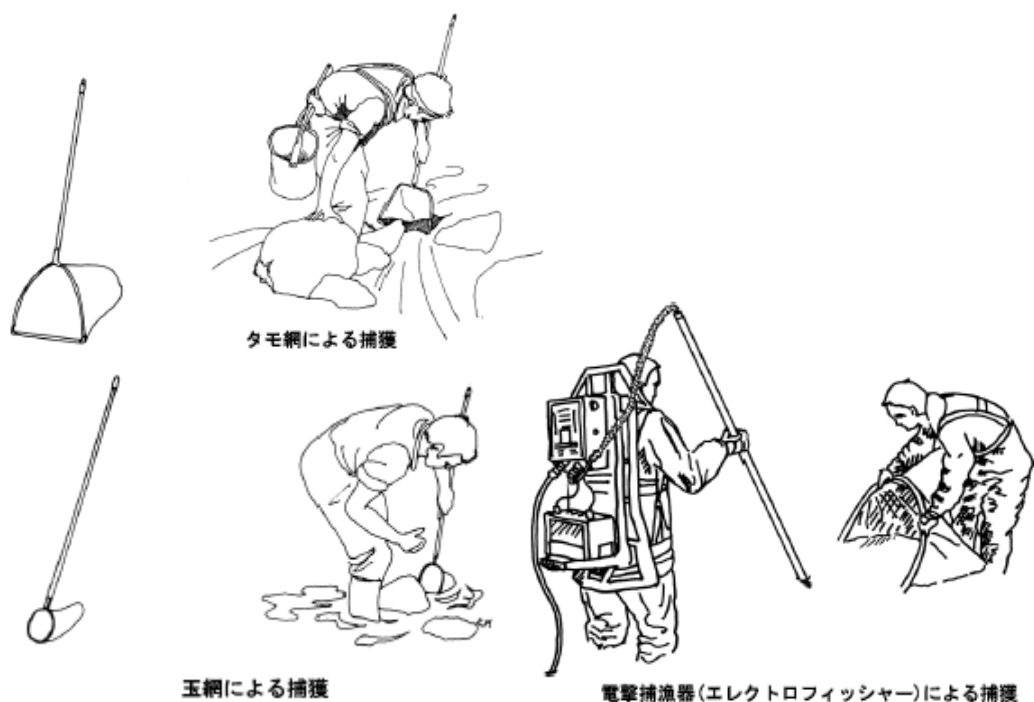


図 3.2 魚類の調査方法

(出典)平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル基本調査編【河川版】

b) 調査頻度

春(水温が上がってきた頃)から秋(産卵期)にかけて 2 回以上実施する。

c) 調査地点

各調査地区の様々な環境に生息する魚類を偏りなく把握するために、早瀬、淵等、その地区で特徴的な環境区分を設定する。

d) 留意点

エレクトリック・フィッシャーの使用可否について要確認。

(c) 溪流生物(底生動物)

a) 調査方法

底生動物の調査では、種類組成や各々の種の密度や現存量を知るためには、河床などの一定面積を採集する定量調査に加えて、限られた面積と生息場所の定量サンプルでは発見されにくい種類を把握するために、定性的な採集を実施する必要がある。調査は河川水辺の国勢調査の調査方法に準ずるものとする。以下に、その概要を示す。

○ 定量採集

流速が速く、膝程度の水深の瀬で実施するものとし、このような場所がない場合はできるだけ流れがあるところで実施する。採集は、サーバーネット(25cm×25cm、目合0.493mm(NGG38))を用いて行うものとし(図 3.3(1)参照)、同様の環境で3回実施し各コドラートを別々のサンプルとする。



図 3.3(1) 底生動物の調査方法(定量採集)

(出典)平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル基本調査編【河川版】

○ 定性採集

多くの環境に生息する底生動物を採集することを目的とし、様々な環境に調査地点を設定することとする。調査は基本的には目合い0.493mm(NGG38)のDフレームネット又はサデ網等を用いるが(図 3.3(2)参照)、必要に応じて様々な採集用具を用いるものとする。

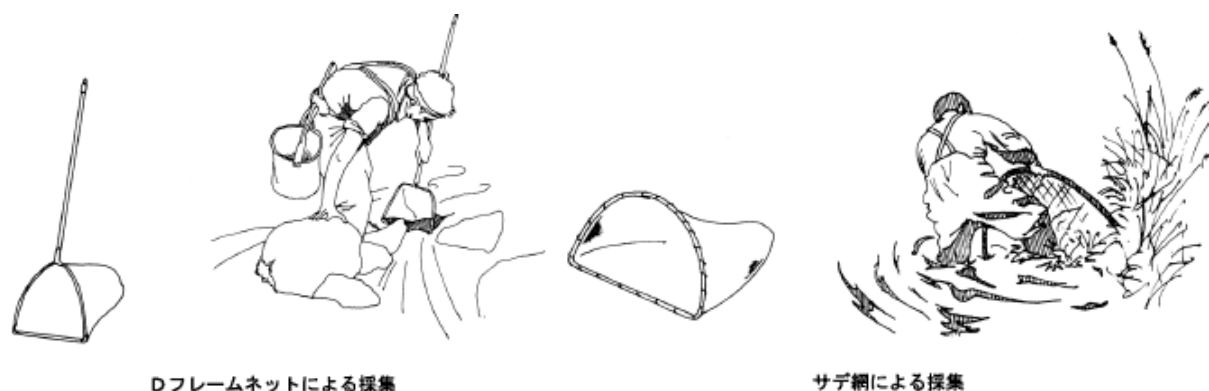


図 3.3(2) 底生動物の調査方法(定性採集)

(出典)平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル基本調査編【河川版】

主な環境とその調査方法は以下の通りである。

- ・ 早瀬、淵：下流部に D フレームネット等を設置し、その中の石に付着する生物を手や足でかきまわし、流された生物を網で採集(面積 0.5m^3 、深さ 5cm)
- ・ 水際の植物：植物が水に浸かっているような場所では、群落内を足でかき回すようにし、また一部を根ごと引き抜き、遊離した生物を D フレームネットで採集(面積 0.5m^3 程度)
- ・ モスマット：蘚苔類のマット 0.25m^2 の表面をなでまわして採集
- ・ 飛沫帯：岩盤の表面の飛沫帯 0.5m^2 の表面をかきおとすように剥がして採集

○ サンプルの整理、分析

現地では採集したサンプルは、ポリ瓶等に入れて、市販されているホルマリンの原液を 100%とした場合に 5~10%程度の溶液になるようにホルマリンを加えて固定する。サンプルは室内に持ち帰り同定を行う。なお、調査結果については単位面積あたりの個体数として整理する。

b) 調査頻度

初夏~夏及び冬~早春の年間 2 回以上実施する。

c) 調査地点

定量調査は瀬で、定性調査は瀬、淵、水際の植物帯等、当該地点の環境を網羅した様々な調査箇所を実施する。

d) 留意点

固定液を入れ忘れると、腐敗して同定不能となるので確実に固定液を入れるように注意する。

(2) 森林環境

1) 直接指標

(a) 光環境

a) 調査方法

上層木と林内光環境との関係を把握するために、相対照度調査を実施する。また、相対照度は測定の方法、季節、時刻などによってデータの変動が大きいことが指摘されていることから、全天空写真による開空度調査を同時に実施する。

①相対照度調査

林内と林外の開放地との明るさの比を相対照度(%)として求める。標準地内では図 3.4 に示すように方形枠内を巡回し、3 分を単位時間として累積照度(α)を測定する。同時に林外でもトランシーバーで交信しながら単位時間の累積照度(β)を測定し、標準地における林内照度(α)と林外照度(β)より相対照度($\alpha / \beta \times 100\%$)を求める。

または、照度ロガーを用いて 10 分間隔で記録する。1 箇所 3 点以上測定する。

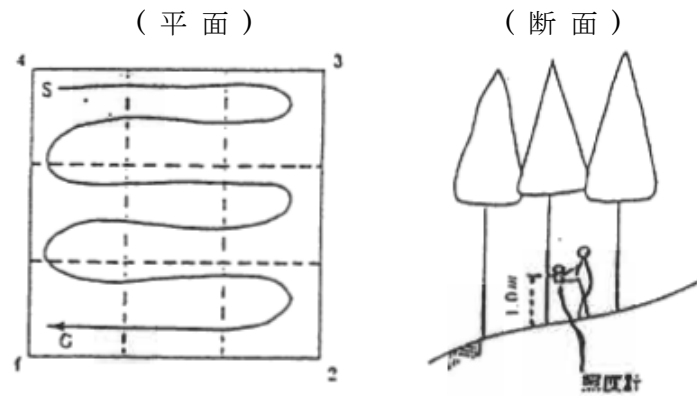


図 3.4 林内照度の測定方法

(出典)神奈川県森林研究所、1997、平成9年度 森林水環境総合整備事業調査委託 報告書、
2.4 林内光環境調査、p44

②全天空写真調査

全天空写真調査は、魚眼レンズをつけたカメラで林床から上空を撮影し、写真上で空の見える率(開空度)を求め、林分の樹冠およびうっ閉度を測定し、これを林内の明るさの指標とする。

全天空写真は図 3.5 に示すように、林内において地表から約 1m の高さに魚眼レンズを付けたカメラを三脚で水平に設置し、上空の写真を撮影する。

撮影した写真は、パソコンとイメージスキャナーを利用して画像解析し、写真撮影面積あたりの空の見える面積率を求め、それを開空度とする。

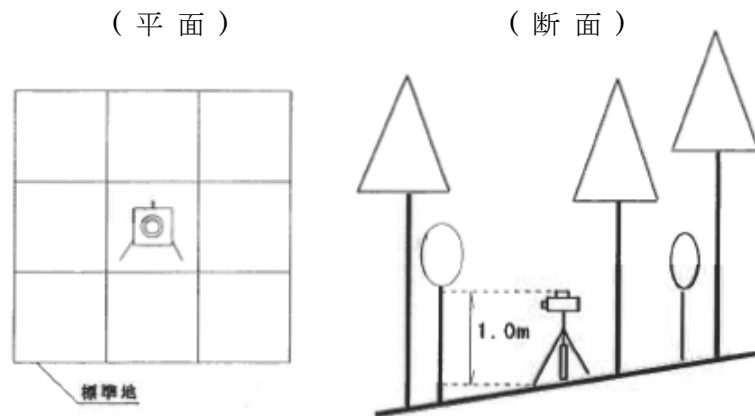


図 3.5 全天空写真の撮影方法

(出典)神奈川県森林研究所、1997、平成9年度 森林水環境総合整備事業調査委託 報告書、
2.4 林内光環境調査、p45

b) 調査地点

森林構造調査地点と同様とする。

(b) 森林構造(林相、立木密度など)

a) 調査方法

被度、群度等とならぶ林分レベルの定量的測度の一つである密度を測定する。密度は一定面積において観察される同一種の立木本数と面積との関係を示す。調査は測定対象林分のすべての立木を調査する毎木調査法により行うものとする。

立木本数を数える場合、まず地上から 30cm 以上の幹を 1 本としてカウントする。その際、同一株の萌芽由来の幹には同じ株番号をつけておく。これらの全ての立木について、樹種名、樹木サイズ(直径)を測定する。

b) 調査地点

効果測定流域、対照流域それぞれの全域。

(c) 土壌理化学性

a) 調査方法

○ 試料採取

土壌物理性の測定試料は定容器の金属製採土円筒、土壌化学性の測定試料は試料採取用の丸ゴテや土壌断面整形用の平ゴテを用いて採取する。採取料は 1kg 程度が望ましい。

○ 分析

試料を室内に持ち帰った後は、項目毎に必要な処理(生土または風乾細土の調整等)を行い、各々以下に示す項目について分析を行う。

・ 土壌物理性

細土容積重、採取時三相組成、土壌孔隙、土壌貯水量等

また、土壌孔隙組成について pF カーブを描く、透水係数を求めるなどの基本的な値についても抑えておく必要がある(特に土壌水分の測定を行う場合)。

・ 土壌化学性

全炭素、全窒素、C/N、pH、陽イオン交換容量、交換性陽イオンと塩基飽和度、交換性アルミニウム等

また、渓流水で富栄養化関連に注目するならば、全 P・有効態 P や無機態窒素・無機化量も頻度はともかく測定しておくべきである。さらに土壌水の水質を調査すれば、一般的な化学性よりも処理の影響が出やすく渓流水質にも関わってくる。

・ その他

土壌表面や層位の硬度についても測定しておくといよい。可能であれば撥水性や土壌団粒の状態なども測定すること。

(d) 地表流出・土壌流出量(リター流出量)・土壌水分量

a) 調査方法

土壌侵食の程度を調べるためには傾斜ライシメータを用いる。これは、傾斜地を枠で囲い、一定面積内の表面流去水と流出土壌を枠の下端で捕捉し、流去水量と侵食量を測定するものである。図 3.6 に示す試験区画を設置し、試験区画下部の捕捉箱で、土砂、リター、地表流を捕捉する。捕捉箱へ流入してきた地表流は、箱内部の不織布により、土砂、リターと水に分け、濾過された水は量水計により測定する。また、土砂・リターについては室内に持ち帰り、それぞれの絶乾質量を測定する。土壌水分量はテンシオメータにより測定する。テンシオメータによる測定は1箇所あたり、深さ10cm、20cm、50cmの3深度で行うものとする。

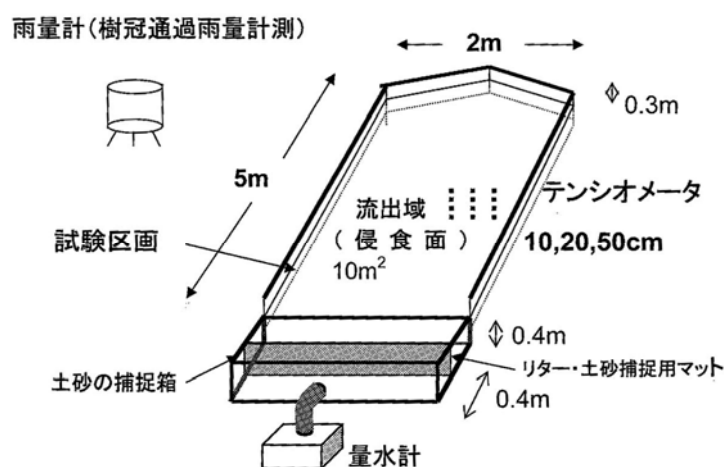


図 3.6 地表流出・土壌流出量(リター流出量)・土壌水分量の測定方法

(出典)石川、白木、戸田他、2007、堂平地区における林床植生衰退地での土壌侵食と浸透の実態、丹沢大山総合調査学術報告書、p447

b) 調査頻度

試験区画は通年の設置とし、その間は1~2週間ごとに土砂・リターを回収する。また、テンシオメータについては10分間隔でデータを採取する。

c) 調査地点

効果測定流域、対照流域のそれぞれについて、傾斜が異なる数地点に試験区画を設置する。なお、この際、両流域において、傾斜が同じ地点で比較ができるように注意する。

2) 間接指標

(a) 林床植生(被度、現存量)

a) 調査方法

2m×2m のコドラートを設置し、各コドラートについて、種組成、それらの高さ、優占度の測定を行う。蘚苔類を含む全ての地生の植物について、その名前、同種で最も高い高さ、Braun-Blanquet(1964)による優占度(被度)を測定する。



図 3.7 被度階級の模式図

(出典)平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル基本調査編【ダム湖版】

また、調査結果をもとに、総合優占度、常在度、多様度等の指数を計算し、林床植生のグルーピングを行う。

○総合優占度

ある組成種の種組成表にあらわされた群落全体での優占度のことであり、下式により求めることができる。

$$\text{総合優占度} = \text{ある組成種の優占度の平均百分率合計} / \text{組成表の方形区数} \times 100$$

○常在度

ある調査対象地に複数の調査区をとった場合、全調査区数に対して、ある組成種がどれだけ出現するかを示す指数。

$$\text{I : 1~20\%、II : 21~40\%、III : 41~60\%、IV : 61~80\%、V : 81~100\%}$$

○多様度

組成種の多さとそれらの優占度の豊富さをもって多様度と規定する。

b) 調査頻度

調査は植物が旺盛に生育している時期として、初夏～秋季を選んで実施する。

c) 調査地点

通常、毎木調査が行われる場所の林床に設定する。また、地形、土壌、森林型等を考慮し、異なる林床植生群落毎に調査区を設定する。

d) 留意点

必要に応じて林床のみではなく、高木層、亜高木層等についても植生を確認する。

(b) リター量

a) 調査方法

林床におけるリター堆積量の季節変化、地点毎の違いを明らかにするために、コドラートを設置し、そこでのリター堆積量を定期的に確認する。コドラートは $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ とし、リターの堆積量その他、下層植生の量・およびリターと下層植生の被覆率についても調査を行う。

一度調査を行うとリターは剥脱されてしまうので、同様のリター量があるコドラートを事前に1箇所あたり20個ほど選定しておき、順次コドラートを変えて測定する。

リターおよび下層植生の被覆率は各箇所に $1\text{m} \times 1\text{m}$ のコドラートを定めて写真撮影を行い、この写真の画像解析により行う。

b) 調査頻度

予め選定しておいたコドラートについて、順次調査を行う。調査は1~3週間ごとに新しいコドラートに堆積しているリターを採取してこれらを水洗いして絶乾質量を測定する。なお、同一のコドラート内にある下層植生についても採取して絶乾質量を測定する。

c) 調査地点

効果測定流域、対照流域のそれぞれについて、傾斜が異なる数箇所にコドラートを設置する。なお、この際、両流域において、傾斜が同じ地点で比較ができるように注意する。

*これらの調査に付随して土壌のA0層の組成(L、F、H量)と全炭素、全窒素、C/Nを一度は調査して比較する必要がある。

4. モニタリング施設計画

4.1 試験流域内の観測施設の配置

大洞沢流域における試験流域と観測施設の配置を図 4.1 に示す。

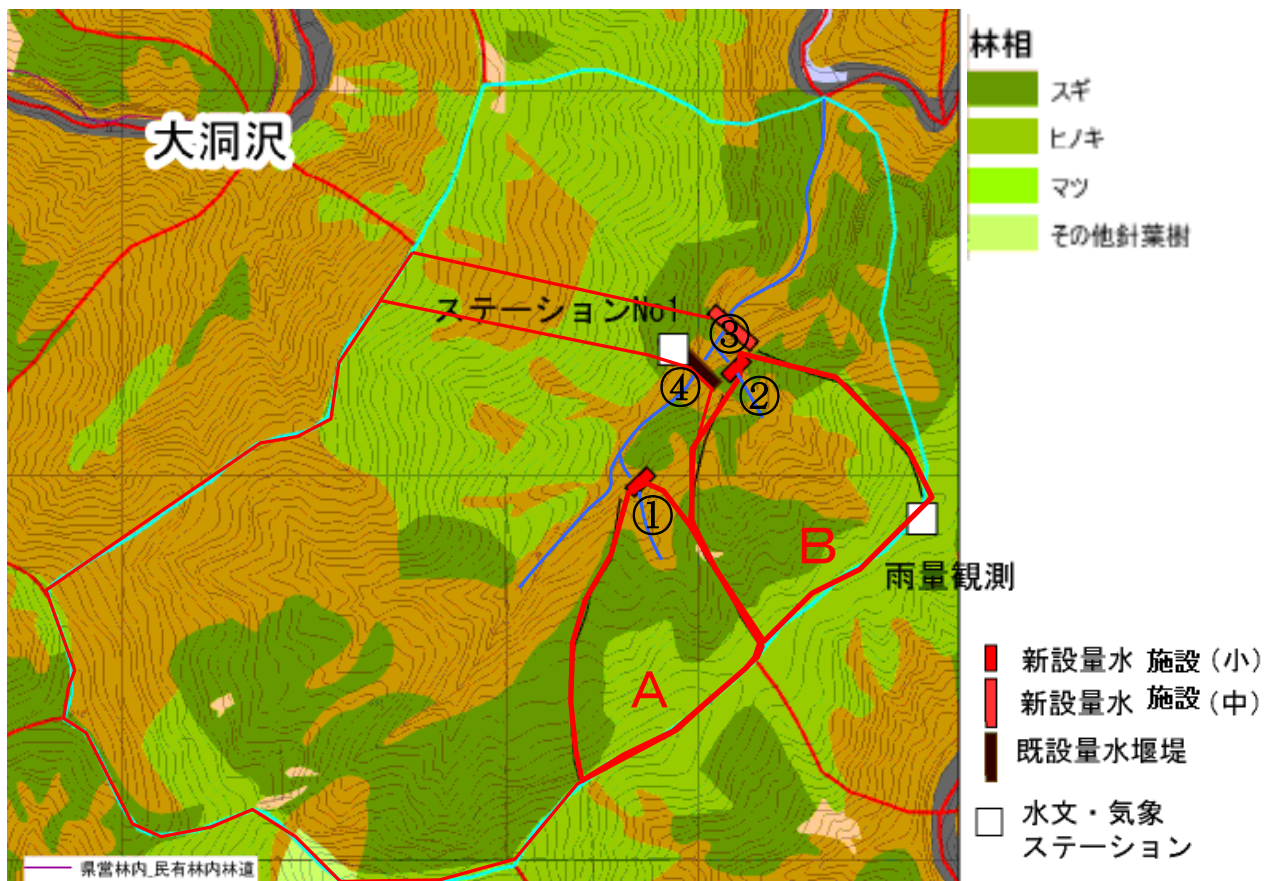


図 4.1 観測流域と施設配置計画図

○ 水・土砂観測施設の配置

1 新設

- ① A 流域量水施設
- ② B 流域量水施設
- ③ 県道付近(橋の下付近)の水位観測施設(B 流域も含む全流域)

2 既設

- ④ 本流量水施設

○ 気象観測施設の配置

1 新設・・・1箇所(尾根付近)

2 既設・・・拡充

4.2 観測施設ごとのモニタリング項目

水・土砂観測施設および気象観測施設で、以下のモニタリング項目の連続観測または定期測定を行う。観測データは、4.4 観測システム仕様に示した機器構成により、自動で回収する。

表 4.1 水・土砂観測施設

水・土砂モニタリング項目	既設量水堰	A流域量水堰 (上流支流) *整備実施区	B流域量水堰 (下流支流) *非実施区	県道付近
水位	フロート式水位計 水圧式水位計	水圧式水位計 (静電容量式水位計)	水圧式水位計 (静電容量式水位計)	超音波水位計
水温	温度計	温度計	温度計	—
流速	—	—	—	流速計
水質	堰に流入する水を 定期的に採水 pH、EC その場測定	定期的に採水 pH、EC その場測定	定期的に採水 pH、EC その場測定	定期的に採水、 pH、EC その場 測定
濁度	濁度センサ	濁度センサ	濁度センサ	濁度センサ
浮遊砂量	自動採水装置で採 水・測定	自動採水装置で採 水・測定	自動採水装置で採 水・測定	自動採水装置 で採水・測定
掃流砂量	流入土砂計測 (1~2回/年) ハイドロフォン(未 確定)	流入土砂計測 (1~2回/年) ハイドロフォン(未 確定)	流入土砂計測 (1~2回/年) ハイドロフォン(未 確定)	ハイドロフォ ン(未確定)
リター流出量	—	量水ますに網を設置 し捕捉する	量水ますに網を設置 し捕捉する	—

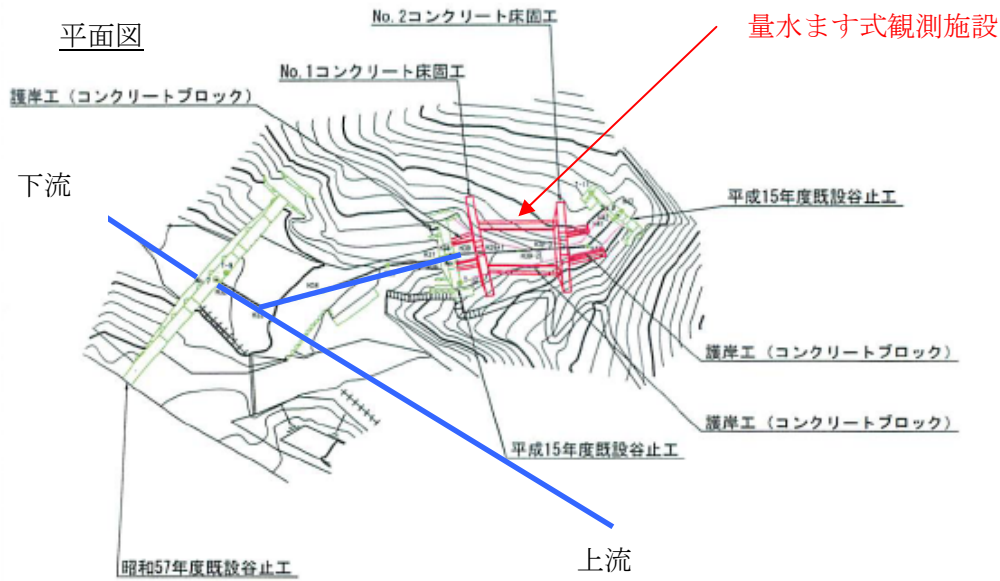
*これとは別に、水生生物調査地のそれぞれ2箇所ずつで、データロガーを用いて水温、照度を連続測定する。

表 4.2 気象観測施設

気象モニタリング項目	既設量水堰付近	尾根付近
雨量	転倒ます式雨量計(ヒーター付き)	転倒ます式雨量計
積雪深	積雪深計 またはインターバル撮影	
降雨水質	雨水自動採取装置 またはポリタンク等採取器	—
温度湿度	温湿度センサー	温湿度センサー
全天日射量	日射センサ	—
風向風速計	風杯型風向風速計	風杯型風向風速計

4.3 観測施設構造図

(1) A流域量水施設 設置位置(案)



詳細図

幅 5m、延長 10m 程度、深さ 2m

* 両岸の護岸・はコンクリートブロック積み。

* 量水ますの底面、下流既設との接続部底面、コンクリート張り。・・・三面張り状態

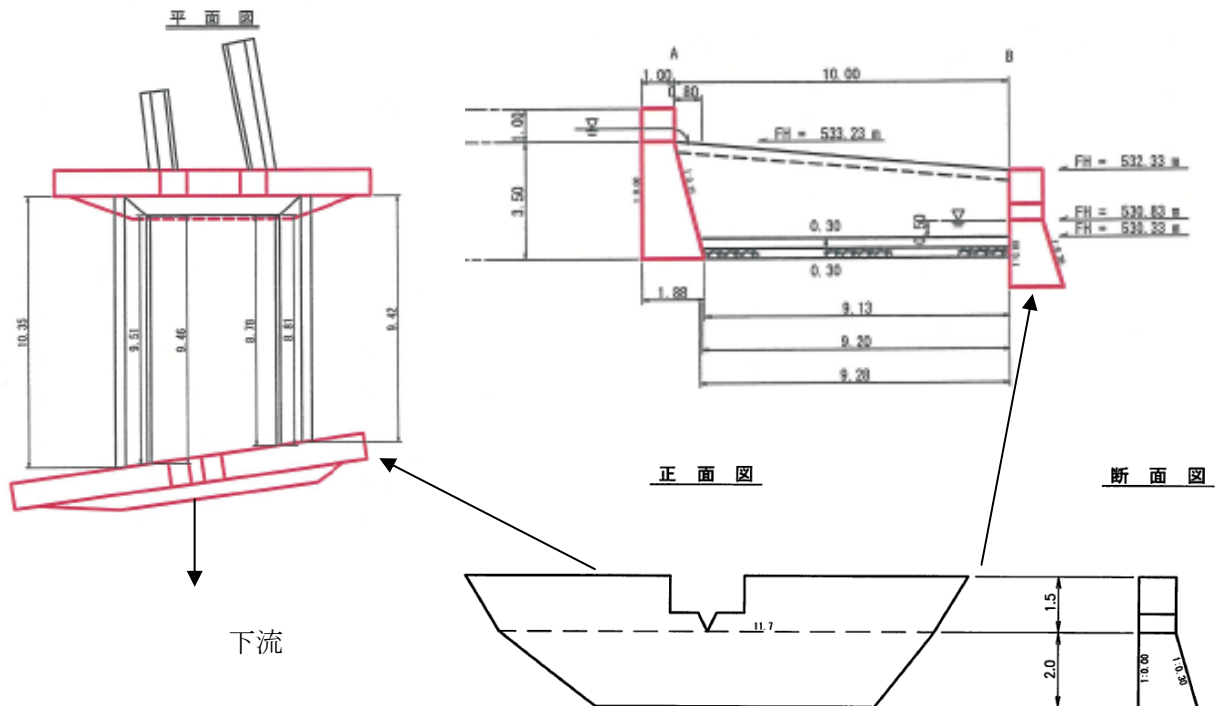
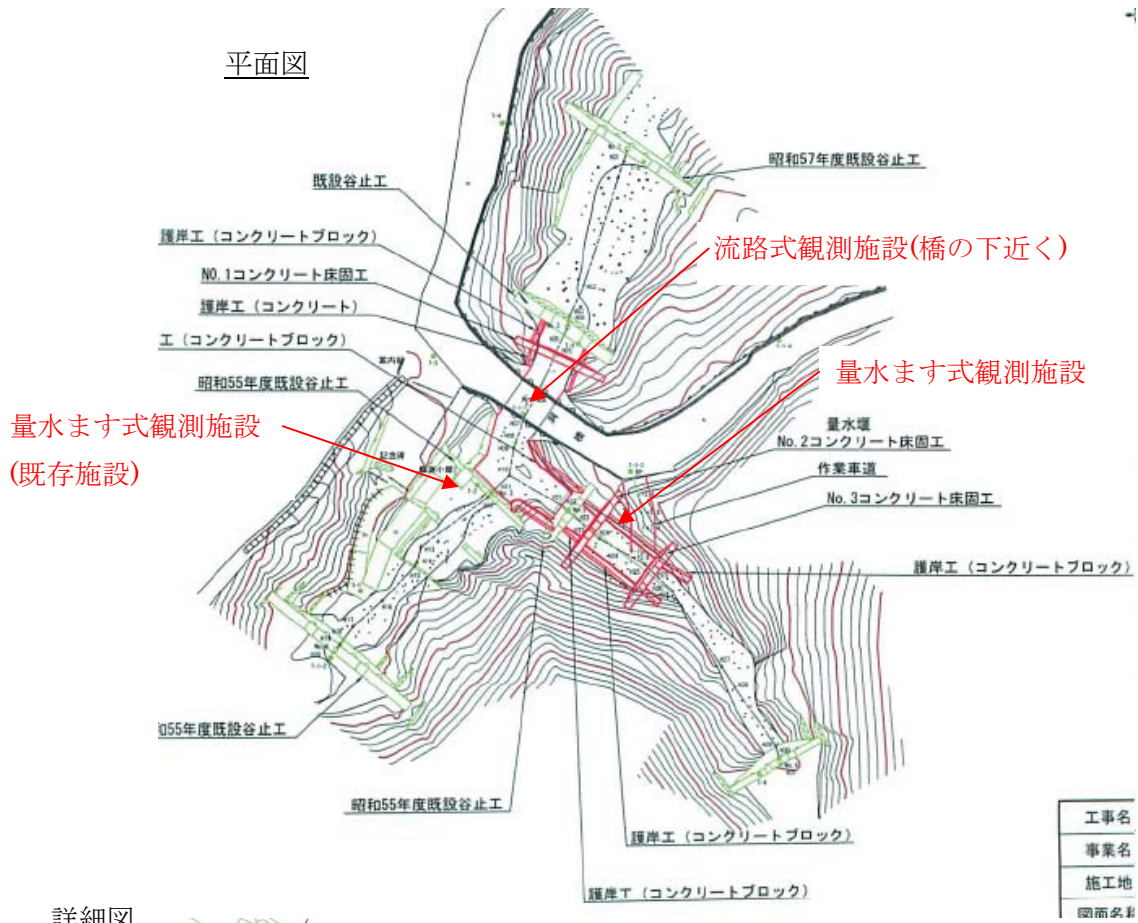


図 4.2 A流域量水施設 設置位置(案) (上段：平面図、下段：詳細図)

(2) B流域量水施設 設置位置(案)

平面図



詳細図

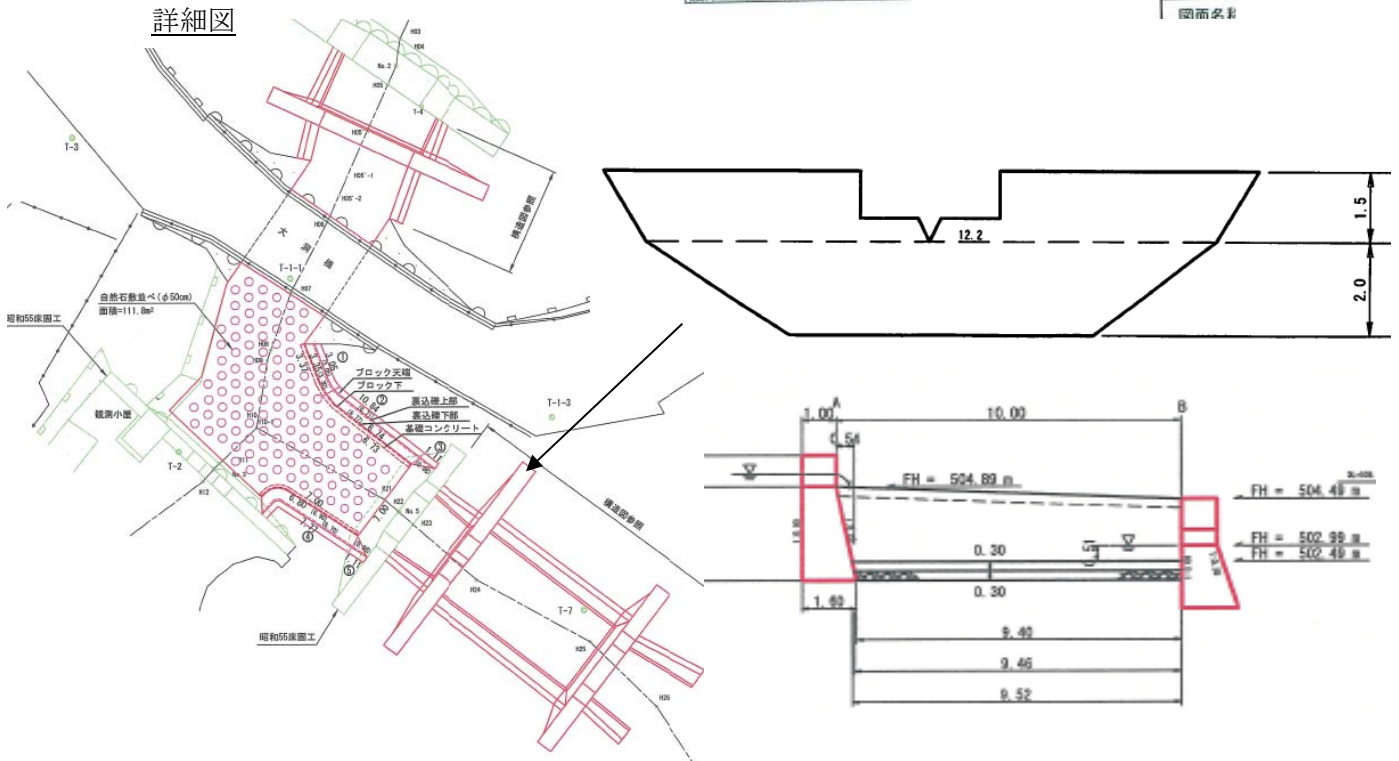


図 4.3 B流域量水施設 設置位置(案) (上段：平面図、下段：詳細図)

◎ 既存の観測施設の例

○ 量水ます式観測施設



大洞沢の既設



穂高砂防観測所の量水堰（正面）



穂高砂防観測所の量水ます（堰の背面）

○ 流路式観測施設（京都大学防災研究所：穂高砂防観測所の例）



<今後の課題>

- ・ 観測のための付帯施設の構造を決定する。
- ・ 各種法令に基づく手続きを行い、施設設置工事を行う。

4.4 観測システム仕様

観測システムの仕様を、メインステーションについては表 4.3 に、サブステーションについては表 4.4 に示す。観測データは、自動で回収し自然環境保全センターに自動転送する。

表 4.3 メインステーション(気象観測+水文観測)の構成

各部の名称	構成機器	数量	基本機能
(1) モニタリングシステム	モニタコンピュータ モデム TA	1式	<ul style="list-style-type: none"> 計測制御コンピュータと通信し、時系列データを記録・表示する。 研究センターと通信しデータを転送する。
(2) モニタリング装置	計測制御コンピュータ グリーンキット	2台～4台	<ul style="list-style-type: none"> 気象データを計測、表示、記録する。 水質データを計測、表示、記録する。
(3) 気象観測センサ	温湿度センサ 風向風速計 日射センサ 雨量センサ 積雪深計	2set	サンプルング間隔5秒 集録間隔10分 平均、瞬時、積算の演算を行う
(4) 水文計測センサ	水位 流速 濁度 水温	1set～7set	サンプルング間隔5秒 集録間隔1分 平均、瞬時、積算の演算を行う

表 4.4 サブステーション(水文観測)の構成

各部の名称	構成機器	数量	基本機能
(1) モニタリングシステム	モニタコンピュータ モデム TA	1式	<ul style="list-style-type: none"> 計測制御コンピュータと通信し、時系列データを記録・表示する。 研究センターと通信しデータを転送する。
(2) モニタリング装置	計測制御コンピュータ グリーンキット	1台	<ul style="list-style-type: none"> 水質データを計測、表示、記録する。
(3) 水文計測センサ	水位 流速 濁度 水温	1set～2set	サンプルング間隔5秒 集録間隔1分 平均、瞬時、積算の演算を行う

5. 東丹沢地域総合解析

5.1 小流域モデル構築手順

大洞沢での降雨流出過程を明らかにするために、福嶋らが提唱する水循環モデル[※]を大洞沢流域に適用し、流出成分の分離を試みた。水循環モデルの概念図を図 5.1 に示した。このモデルは、降雨流出を流路系と林地斜面系の大きく二つに分割し、それぞれの系で概念的なタンクを通過することにより、降雨が流出に至るまでの貯留成分を計算することができる。また、蒸発強度の指数を指定することにより、蒸発散量の概算を行うことができる。

今回のモデル適用では、2005 年に観測された降雨量、流出量を元に、モデルによって観測結果が良好に再現できるパラメーターを決定する方法を用いた。パラメーターの決定には、各パラメーターを微小量変化させ、観測された結果をより良く再現できるものを探索することとした。

水循環モデルにより観測流量を再現した結果を図 5.2 に示す。流量のデータは、比較的精度良く観測が行われた 2005 年 5 月から 8 月のデータを用いている。この図には、モデルにより計算された基底流出量の時間変化を併記してある。図に示すように、若干の差異はあるものの、計算流出量（図中の直接流出波形に相当）は水循環モデルにより大洞沢での長・短期的な観測流量変化を再現することができた。

モデルシミュレーションによる基底流出量の変化をみると、降水量の少ない 4 月、5 月には基底流出量が少ない。その後、降雨により基底流出量が多くなり、8 月、9 月に最大となっている。

このモデルによる計算結果から、降雨として大洞沢に降った雨のうち、41%が直接流出（降雨時に速やかに流下する成分で、全流出量から基底流出量を除いたもの）として流出し、38%が基底流出として流出した。その他の成分は、蒸発散により損失した成分や、流域貯留量の差となるものである。今回の結果からは、本流域から流出する渓流水量全体のうち、およそ半分の量は直接流出として流出し、残りの半分は基底流出として流出することが分かった。

(出典)白木、若原、石川他、2007、大洞沢の降雨と流出、丹沢大山総合調査学術報告書、p405

※福嶋、鈴木、1986、山地流域を対象とした水循環モデルの提示と桐生流域の 10 年間連続日・時間記録への適用、京都大学演習林報告、57、p162-185

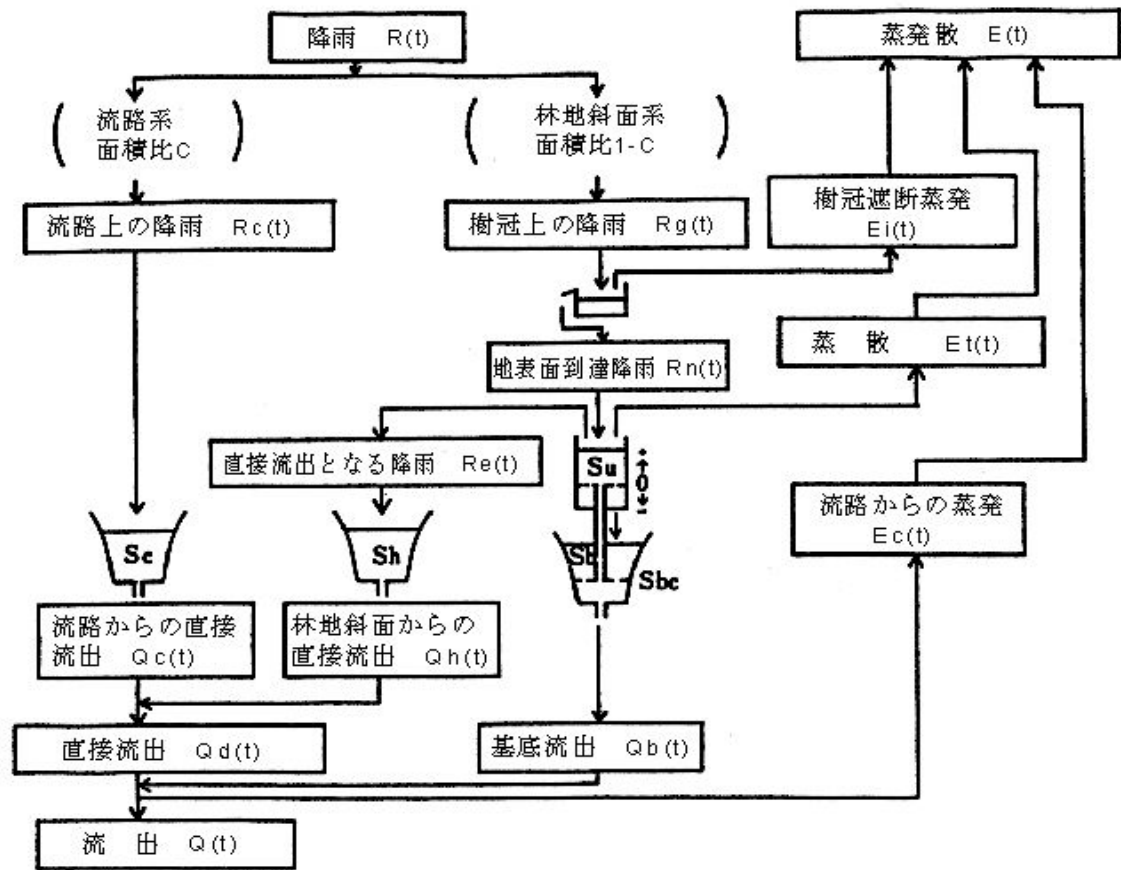


図 5.1 水循環モデルの概念図

(出典)白木、若原、石川他、2007、大洞沢の降雨と流出、丹沢大山総合調査学術報告書、p405

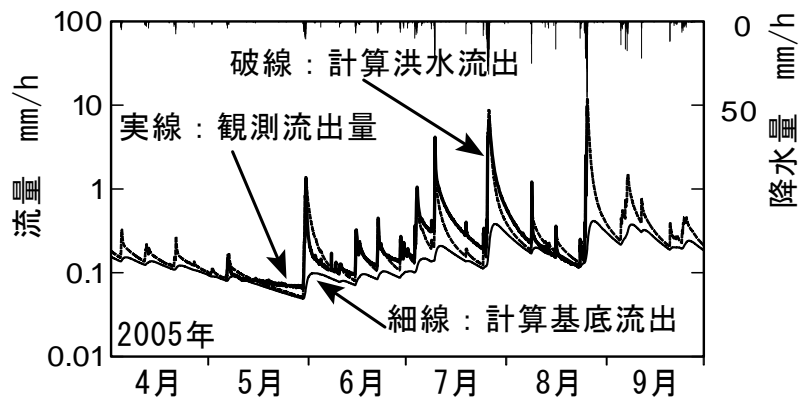


図 5.2 水循環モデルによる流出成分分離計算

(出典)白木、若原、石川他、2007、大洞沢の降雨と流出、丹沢大山総合調査学術報告書、p405

5.2 宮ヶ瀬ダム上流流域モデル構築手順

5.3 総合解析方法

BARCI デザインによる整備効果の検証と併せて、総合解析として小流域流出モデル、ダム上流域流出モデルによる評価を試みる。

<今後の課題>

- ・ モデルの構築と平行して、具体的な解析のシナリオを検討する。