

第1編 調査編

第1章 総 則

砂防調査は、基礎的な調査と水系砂防調査、土石流対策調査、火山砂防調査、ソフト対策調査、環境調査、流域・水系における流木調査、砂防経済調査、地質に関する調査からなる。

【解 説】

巻頭で述べた通り、設計便覧の本編（調査編）は土石流対策事業に係る砂防調査について取りまとめた。

なお、水系砂防調査、火山砂防調査、ソフト対策調査、流域・水系における流木調査、については、「第5編 その他砂防計画編 第1章 水系砂防等調査」に取りまとめるものとした。

本編は、平成26年4月に改訂された、河川砂防技術基準調査編を参考に取りまとめている。

河川砂防技術基準調査編では、基準適用上の位置づけを明確にするために、下表のように適用上の位置づけを〈考え方〉、〈必須〉、〈標準〉、〈推奨〉、〈例示〉に分類し、枠書き左上に記載している。

本便覧でも、第1編 調査編については、河川砂防技術基準調査編と同様に取りまとめた。

河川砂防技術基準調査編 基準内容の分類と適用上の位置付け

| 分類 | 適用上の位置づけ | 末尾の字句例 |
|-----|---|--|
| 考え方 | 目的や概念、考え方を記述した事項。 | …ある。 …いる。 …なる。 …れる。 |
| 必須 | 技術的に明確であり遵守すべき事項。 | …なければならない。 …ものとする。 |
| 標準 | 周囲の条件等によって一律に規制することはできないが、特段の事情がない限り記述に従い実施すべき事項。 | …を標準とする。 …を基本とする。 …による。 |
| 推奨 | 周囲の条件等によって実施することが良い事項。 | …望ましい。 …推奨する。 …努める。 …必要に応じて…する。 |
| 例示 | 適用範囲や実施効果について確定している段階ではないが、周囲の条件等によっては導入することが可能な新技術等の例示。 周囲の条件等によって限定的に実施できる技術等の例示。 具体的に例示することにより、技術的な理解を助ける事項。 | …などの手法(事例)がある。 …などの場合がある。 …などが考えられる。 …の場合には…ことができる。 …例示する。 例えば… …事例もある。 …もよい。 |

河川砂防技術基準調査編から抜粋

第2章 砂防調査

第1節 総説

<考え方>

本編は、土石流対策計画を策定するための資料を得ることを目的とし、溪流、山地河道とその流域で生産される土砂及び流出する土砂に関する調査の技術的事項を定めるものである。

【解説】

調査項目は図 2.1 の通りである。

なお、本編は土石流対策計画を策定する上で必要となる事項を取りまとめたものであるが、次節の「本章第2節 基礎的な調査 (p1-3)」については、水系砂防計画も含めた砂防調査の考え方を示したものである。

| |
|---|
| (1) 基礎的な調査 |
| 1) 計画基準点等 2) 地形、地質、社会状況等に関する調査 3) 土砂生産に関する調査 4) 土砂流出に関する調査 |
| (2) 土石流対策調査 (3) 環境調査 (4) 砂防経済調査 (5) 地質に関する調査 |

図 2.1 砂防調査の項目

第2節 基礎的な調査

2.1 計画基準点等

<必須>

計画基準点は、水系砂防計画及び土石流対策計画で扱う土砂量等を決定する地点である。水系砂防計画で対象としている計画基準点は、計画区域の最下流地点又は河川計画との関連地点、保全対象の上流地点、土砂の生産が見込まれる地域の最下流地点などに設けるものとする。

また、土石流対策計画で対象としている計画基準点は、保全対象の上流等に設けるものとする。

なお、土砂の移動形態が変わる地点、支川内の保全対象の上流地点、本川と支川との合流点等の土砂移動の状況を把握する必要がある場合には、補助基準点を設けるものとする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-1

2.2 地形、地質、社会条件等に関する調査

2.2.1 地形調査

<標準>

基礎的な調査においては、流域の概括的な地形条件を把握し、土石流・流木対策調査、水系砂防調査など、本節以降の調査の基礎資料とするため、地形図、空中写真等を基に、流域区分、谷次数区分を行うとともに、傾斜、斜面形状、河床勾配等の調査を実施することを標準とする。

<例示>

地形調査に用いる手法は、資料調査、現地調査及び航空レーザ測量などがある。資料調査は、既存の地形図、数値標高モデルなどを用いた解析により地形を把握する。また、現地調査は、現地踏査、測量を行い、地形を把握する。

また、地形で明らかにする指標には、以下に示すようなものがある。

斜面形状は流水の集まりやすさ、表層物質の下方への移動に関係する因子である。斜面形状は、平面形状、縦断形状等があるが、一般的には縦断形状で区分する。上昇（凸）斜面、下降（凹）斜面、平衡（直線）斜面、及び複合斜面がある。豪雨型の崩壊が生じやすいのは下降斜面と複合斜面といわれている。

<参考となる資料>

基礎的な調査における地形調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 池谷浩, 吉松弘行, 南哲行, 寺田秀樹, 大野宏之: 現場技術者のための砂防・地すべりがけ崩れ・雪崩防止工事ポケットブック, 山海堂, 2001.
- 2) (社) 砂防学会監修: 砂防学講座 第3巻 斜面の土砂移動現象, pp. 133-147, 山海堂, 1992.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-1

<標準>

基礎的な調査においては、2万5千分の1以上の縮尺の地形図を用いて、計画基準点より上流の流域を溪流ごとに区分し、それぞれの流域面積を求めることを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-2

2.2.2 水系図

<標準>

基礎的な調査においては、2万5千分の1以上の縮尺の地形図を用いて水系図を作成し、谷を次数ごとに区分することを標準とする。谷次数の区分は次数ごとの崩壊土砂量や流出土砂量との関係を把握するために利用するものであり、区分に当たっては Horton-Strahler の方法によることを標準とする。

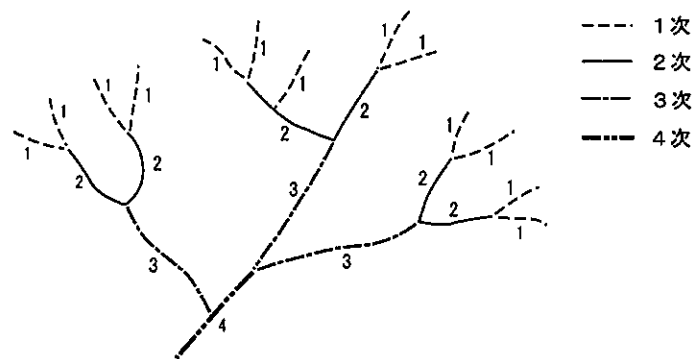


図 2.2 谷の次数区分 (平成 22 年 滋賀県設計便覧 (案) から引用)

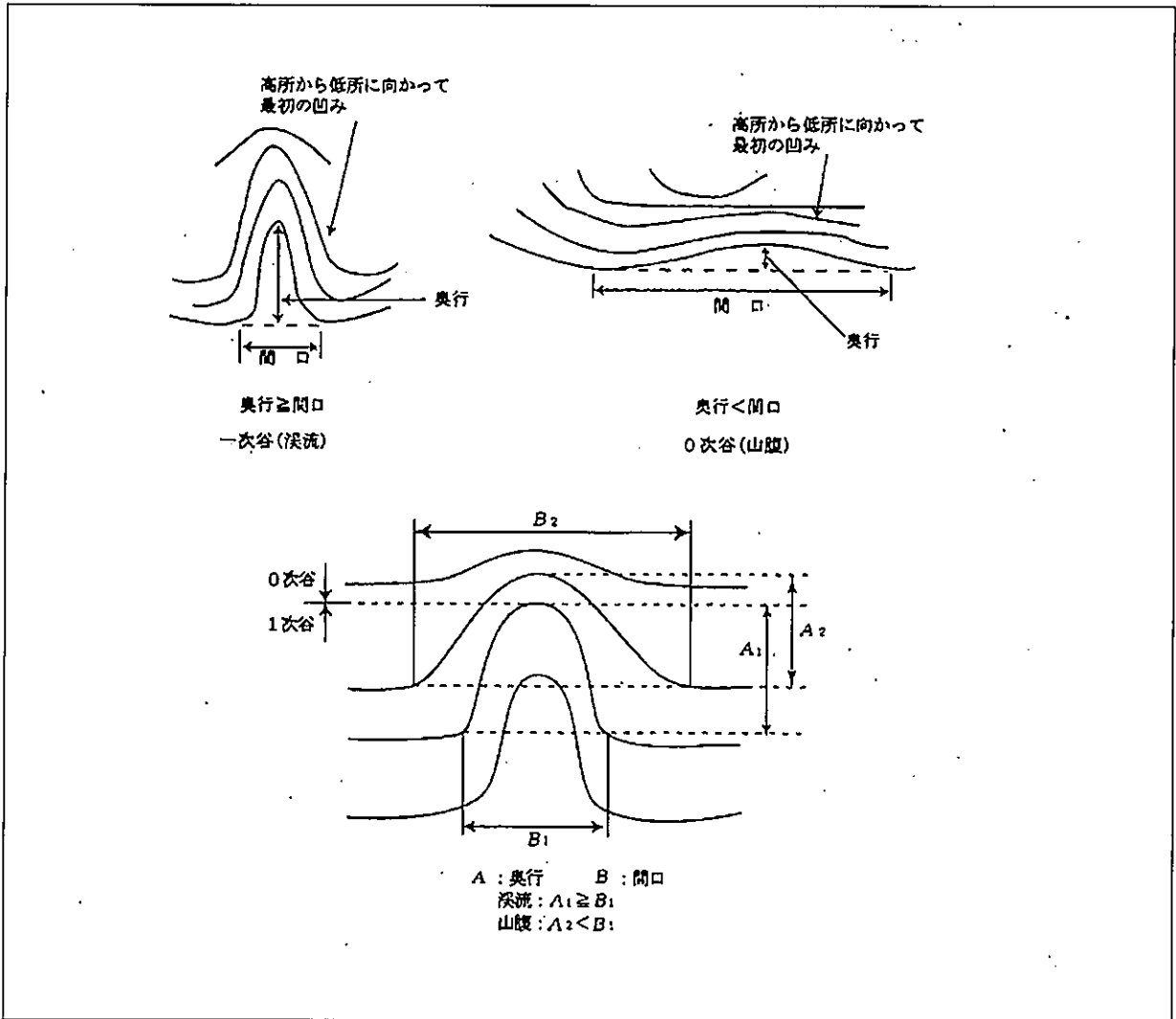


図 2.3 1次谷の判定

<参考となる資料>

谷次数（水流次数）については、下記の資料が参考となる。

1) (社) 砂防学会編集：改訂砂防用語集，p. 152，山海堂，2004.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-2

2.2.3 地質・土質調査

<標準>

砂防調査における地質・土質調査は、生産土砂量・流出土砂量の推定、斜面崩壊危険度に関する調査、対策施設の位置の選定、対策施設の設計のために

- ・ 資料調査（既往調査結果の活用、地質図による調査等）、
- ・ 現地調査（現地踏査、ボーリング調査、簡易貫入試験、弾性波探査等）、
- ・ 物理試験

によって行うことを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-2

<参考となる資料>

資料調査における深層崩壊に関する調査については、下記の資料が参考となる。

1) 田村圭司，内田太郎，鈴木隆司，寺田秀樹，栗原淳一：深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案），土木研究所資料，第 4115 号，2008.

現地調査（簡易貫入試験）及び物理試験における表層崩壊に関する調査については、下記の資料が参考となる。

2) 田村圭司，内田太郎，秋山浩一，盛伸行，寺田秀樹：表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案），土木研究所資料，第 4129 号，2009.

現地調査（簡易貫入試験）については、下記の資料が参考となる。

3) 小山内信智，内田太郎，曾我部匡敏，寺田秀樹，近藤浩一：簡易貫入試験を用いた崩壊の恐れのある層厚推定に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，第 261 号，2005.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

○地形地質調査

➤ 計画対象区域の地形図、地質図、空中写真などを収集し、地形・地質特性を把握する。

「土砂災害調査マニュアル」p75

【解説】

地形地質調査とは、既存の 1/2, 500～1/5, 000 程度の地形図、地質図、空中写真、現地踏査などにより対象区域の地形の成因、土質分布、傾斜（山腹、溪床）、谷の状況、荒廃地などを把握し、砂防基本計画のための基礎資料とするものである。

なお、本県の地形および地質の概要については、第 6 編第 1 章第 1 節（p6-1）に示す。

地質に関する調査については、本章第 6 節（p1-52）において詳細に示す。

2.2.4 降水量に関する調査

<標準>

降水量に関する調査は、降水量と生産土砂量・流出土砂量の関係の把握等のために実施するものであり、地上雨量計、レーダ雨量計のデータについて収集することを標準とする。その際、生産土砂量・流出土砂量と関連性の強い降雨指標（たとえば、時間雨量、日雨量、実効雨量）は、土砂生産・流出現象の形態により異なるため、過去の生産土砂量・流出土砂量と関連性の高い降雨指標を適切に選択する必要がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

2.2.5 社会状況等に関する調査

<標準>

基礎的な調査においては、計画基準点上下流の土石流及び土砂流出による洪水氾濫の被害想定区域における人口、人家、農地、公共施設、災害時要援護者施設、防災拠点等の保全対象の分布状況、土地利用実態、今後の開発計画等を調査することを標準とする。

また、基礎的な調査においては、既往文献等を基に流域の土砂災害の履歴を調査することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

○災害履歴調査

➤ 災害の発生した流域もしくは近隣の流域で過去に発生した災害の状況をできるだけ詳細に調査する。

土石流災害調査法 p151 土砂災害防止に関する基礎調査指針（案）（土石流編第3版 H22.1）滋賀県 p8

【解説】

計画対象流域の位置する市町村において、災害史などの既存文献を用いて過去の災害履歴を調査する。この災害履歴の結果から、被災当時の崩壊地、浸水区域、被災人家戸数などを確認し、現状との比較を行い、砂防基本計画の基礎資料とする。

以下に調査項目および留意すべき点などを示す。

(1) 発生年月日、発生時刻、発生位置、災害発生誘因

1) 発生年月日

発生年月日については、西暦を用いる。

2) 発生時刻

発生時刻については、24時間法を用いて、分単位まで記録する。不明な場合は、「不明時」「不明分」とし、「夕方」「深夜」などのおおむねの時間がわかる場合は、その旨を記録する。

3) 発生位置

災害発生位置については、土石流の氾濫開始点の位置を地形図（1/2,500～1/5,000）に示す。

4) 災害発生誘因

土石流発生の誘因となった降雨などの自然現象の状況（名称、発生時刻、継続時間、規模など）について記録する。

(2) 土石流などの規模

土石流や流木などの規模については、資料のある範囲内で災害報告の様式により、とりまとめる。

なお、氾濫区域などの位置は、下記により整理する。

1) 氾濫区域など………氾濫区域内における土石および土砂の堆積範囲、泥水などの浸水範囲が区別されていることが望ましい。

2) 災害家屋………家屋の位置および被災程度（全壊、半壊など）の情報があればこれを図面に記録する。

(3) 人的被害の状況（死者・負傷者の数）、被災家屋の構造（木造・非木造）、被害程度（全壊・半壊・一部破損）および被災戸数

1) 人的被害

人的被害については、当該崩壊による被災人数を記録し、死者、行方不明者、負傷者に区分する。

また、負傷者については、軽傷、重傷に区分し、区分が不可能な場合は、一括して負傷者として記録する。

2) 家屋被害

家屋被害については、当該崩壊による被災棟数を記録し、構造による区分（木造・非木造）、被害程度による区分（全壊・半壊・一部破損）を行い、区分が不可能な場合は、一括して記録する。

(4) 降雨量

降雨量については、土石流発生までの連続雨量、24時間雨量および土石流発生直前の1時間雨量、10分間雨量などについて調査を行う、記載にあたっては、いずれの値であるか明示する。

(5) 災害実績データとりまとめ

将来的に利用可能なデータとして蓄積するために、詳細かつ統一的な様式で整理する。

災害実績データのとりまとめ様式に関しては、第6編第4章第6節（p.6-93）に記載されている災害報告の様式などによりとりまとめる。

なお、様式の項目以外の位置情報図、雨量情報などあれば、別添資料として添付する。

2.2.6 施設の現況

<標準>

基礎的な調査においては、砂防関係施設、治山施設、河川関係施設等の現況を、資料調査、現地調査及び航空レーザ測量による調査結果の解析等により把握することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

2.2.7 既設工作物調査

➤ 机上および現地調査により、対象流域内の既設工作物（位置、事業種別、施工年次、工種など）を調査する。

土砂災害防止に関する基礎調査指針（案）（土石流編第3版 H22.1）滋賀県 p56

【解説】

既設工作物を把握し、砂防基本計画のための基礎資料とする。

(1) 調査の方法、項目

調査は、机上および現地調査を行い、以下の情報を得ることとする。

なお、机上調査で利用可能なものとして以下の資料が挙げられる。

- ・砂防設備台帳
- ・治山台帳など

1) 位置

既存工作物の位置は、地形図（1/2,500～1/5,000）、設備台帳、空中写真などでその位置を把握し、現地調査により確認する。

また、現地調査を実施した際に新たに確認された施設についても、同様にその位置を記録する。

2) 事業種別

既設工作物の事業種別を以下のように区分し、把握する。

- (a) 砂防事業（国、県、市町村）
- (b) 治山事業（国、県、市町村）
- (c) その他の事業（国、県、市町村、公団、公社など）
- (d) 民間施設

3) 施工年次

既設工作物の竣工年次を把握する。

4) 工種、諸元

既設工作物に関する資料（地形図、設備台帳、空中写真、平面図など）や、現地調査により、工種、延長および規模について把握する。

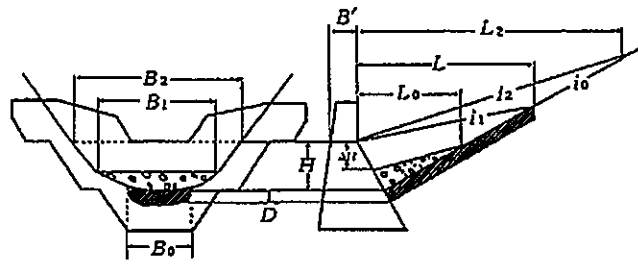
なお、調査項目および各工作物の諸元図は、図 2.4～図 2.6 に示す。

表 2.1 対策工の調査項目

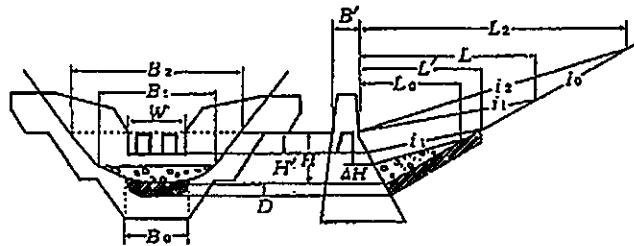
| 工種 | 項目 | 記号 | 単位 | 有効数字 |
|-----|---------------------|------------|-------|-------|
| 堰堤工 | 有効高 | H | (m) | 少数第1位 |
| | スリット高 | H' | (m) | 少数第1位 |
| | 未満砂高 | ΔH | (m) | 少数第1位 |
| | 元溪床幅 | B_0 | (m) | 少数第1位 |
| | 現況堆砂幅 | B_1 | (m) | 整数 |
| | 計画堆砂幅 | B_2 | (m) | 整数 |
| | 天端幅 | B' | (m) | 少数第1位 |
| | スリット幅 | W | (m) | 少数第1位 |
| | 現況堆砂長 | L_0 | (m) | 整数 |
| | 平常時堆砂長 | L | (m) | 整数 |
| | 計画堆砂長 | L_2 | (m) | 整数 |
| | 不透過部堆砂長 | L' | (m) | 整数 |
| | 元溪床勾配 | i_0 | (m) | 少数第1位 |
| | 平常時堆砂勾配 | i_1 | — | 少数第1位 |
| | 計画堆砂勾配 | i_2 | — | 少数第1位 |
| | 平均侵食深 | D | — | 少数第1位 |
| | 溪流保全工 および 床固工 | 延長 | L'' | (m) |
| 溪床幅 | | W' | (m) | 少数第1位 |
| 抑制厚 | | D' | (m) | 少数第1位 |

注) 土石流堆積工、導流工については、砂防設備台帳および設計図書より、その規模及び構造を把握する。

〔不透過型堰堤〕



〔部分透過型堰堤〕



〔透過型堰堤〕

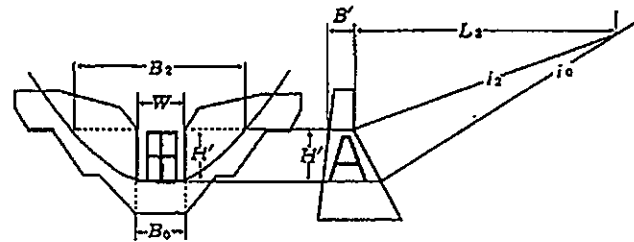


図 2.4 堰堤の諸元図



図 2.5 溪流保全工の諸元図

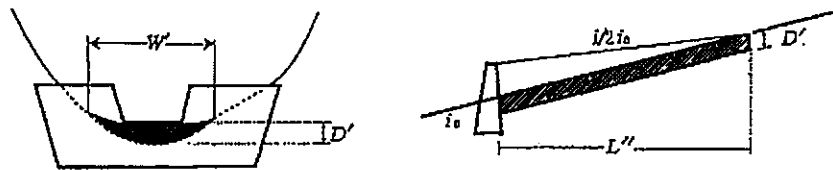
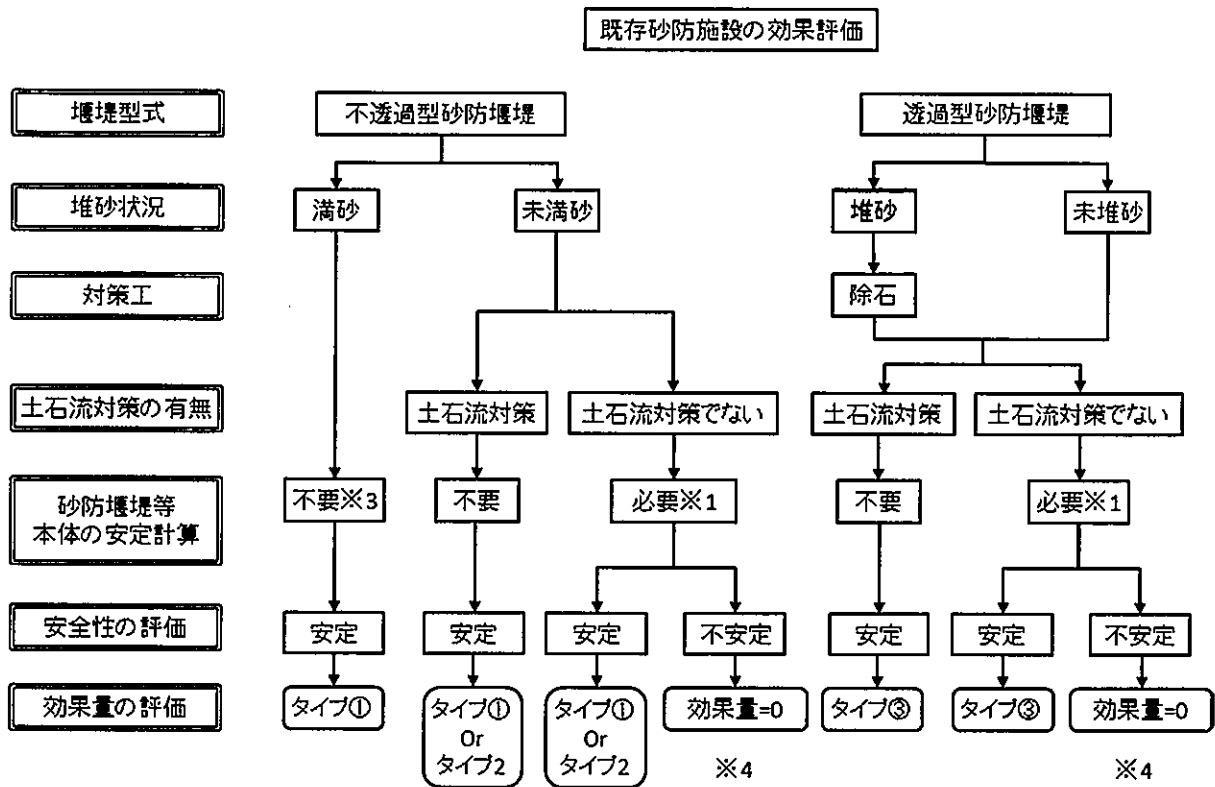


図 2.6 床固工の諸元図

2.2.8 既設工作物の効果評価

既存施設の効果量評価の手順は、図 2.7 の流れに沿って行い、表 2.2 の項目について効果量を評価する。



※1：安定計算手法は「土石流・流木対策設計技術指針 H28. 4」による

※2：透過型砂防堰堤は、開口部の大きさが最大礫径 (D_{95}) の 1.5 倍以下であることを前提とする

※3：堰堤が破損等により機能が低下していると考えられる場合は、安定計算を行うものとする。

※4：効果量（捕捉量）=0 の場合でも発生抑制量を見込む。

※5：除石計画を実施している場合は、貯砂量を効果量として計上できる。

図 2.7 砂防堰堤等の対策施設効果評価フロー（基準地点より上流にある施設）

表 2.2 砂防堰堤等の施設効果評価（基準点より上流にある施設）

| 堰堤の型式 | 効果量の評価タイプ | 効果量 | | |
|-------|-----------|-----|-------|-----------|
| | | 捕捉量 | 発生抑制量 | 空き容量(貯砂量) |
| 不透過型 | タイプ① | ○ | ○ | ○※5 |
| | タイプ② | ○ | ○ | |
| 透過型 | タイプ③ | ○ | ○ | |

2.3 土砂生産に関する調査

2.3.1 土砂生産に関する調査

<考え方>

土砂生産に関する調査は、荒廃地からの土砂生産、溪床に堆積した土砂の再移動、山腹及び溪岸における斜面崩壊による土砂生産を対象として行う。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

2.3.2 荒廃地からの土砂生産に関する調査

<標準>

荒廃地からの土砂生産に関する調査は、既存の崩壊地、とくしゃ地、火山噴火による荒廃地において、現地調査、空中写真を併用する方法で、荒廃状況及び表面侵食、拡大崩壊等による生産土砂量を把握する。また、現地調査、空中写真を用いて、土砂生産に関係する諸元を調査し、生産土砂量の測定結果及び既存資料を参照し、類似した条件の荒廃地からの生産土砂量を基に、推定することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-3

<例示>

荒廃地からの表面侵食による生産土砂量の測定方法としては、以下のような手法がある。

- ・小流域・斜面末端に土砂トラップを設置し、生産土砂量を直接計測する手法
- ・地上レーザ測量等による現地調査から侵食量を計測することにより生産土砂量を把握する手法
- ・既存の崩壊地の拡大崩壊による生産土砂量の測定方法としては、以下のような手法がある。
- ・複数時期の空中写真による崩壊地の判読・崩壊面積の計測及び現地調査による崩壊深の推定に基づき、崩壊土砂量を推定する手法
- ・複数時期の航空レーザ測量から拡大崩壊による生産土砂量を推定する手法。

<参考となる資料>

荒廃地からの表面侵食・崩壊地の拡大による土砂生産の測定の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 鈴木雅一, 福寛義宏: 風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量 - 滋賀県南部、田上山の調査資料から - , 水利科学, Vol. 33 No. 5, pp. 89-100, 1989.
- 2) 松岡暁, 山越隆雄, 田村圭司, 長井義樹, 丸山準, 小竹利明, 小川紀一朗, 田方智: LiDAR データの差分処理による流域土砂動態把握の試み, 砂防学会誌, Vol. 62 No. 1, pp. 60-65, 2009.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-4

2.3.3 溪床堆積土砂の再移動に関する調査

<標準>

溪床堆積土砂の再移動に関する調査は、現地調査により、溪床土砂堆積量を求め、溪床堆積土砂の再移動による生産土砂量を推定することを標準とする。

<例示>

溪床土砂堆積量調査においては、堆積深は周囲の洗掘断面の観察等が推定の手掛かりともなるが、ボーリング調査に弾性波探査を併用して溪床岩盤の深さを推定する手法等もある。また、堆積深と谷幅から、各測点の溪床土砂堆積量を算出し、その量を河道距離に対してプロットして溪床土砂堆積量図に整理する方法等もある。溪流現況調査(本章2.4.3(p1-16))においても同様の方法がある。さらに、出水前後の航空レーザ測量による調査結果の比較によって溪床堆積土砂の再移動による生産土砂量を求める手法等もある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-4

2.3.4 山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査

<標準>

山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査は、現地調査、空中写真、既往文献を併用し、崩壊地等の位置、形状、規模、崩壊時期、崩壊原因、亀裂・変状の状況、土層厚、微地形等に関する調査を行い、山腹斜面及び溪岸・河岸における表層崩壊及び深層崩壊、地すべりによる生産土砂量をそれぞれ推定することを標準とする。なお、既存の崩壊地からの表面侵食、拡大崩壊等による土砂生産は、荒廃地からの土砂生産に関する調査(本章2.3.2(p1-13))で扱うこととし、本項では、山腹及び溪岸において、新たな斜面崩壊により今後生じ得る生産土砂量を推定することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-4

<例示>

山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査においては、空中写真による崩壊地の判読・崩壊面積の計測及び現地調査による崩壊深の推定に基づき、崩壊土砂量を推定する手法等がある。また、崩壊前後の航空レーザ測量による調査結果の比較によって、崩壊土砂量を求める手法等もある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-5

＜参考となる資料＞

表層崩壊については、下記の資料が参考となる。

- 1) 田村圭司, 内田太郎, 秋山浩一, 盛伸行, 寺田秀樹 : 表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル (案), 土木研究所資料, 第 4129 号, 2009.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-5

2.4 土砂流出に関する調査

2.4.1 土砂流出に関する調査

＜考え方＞

土砂流出に関する調査は、流域の監視、砂防基本計画の策定、総合土砂管理手法の検討のために、流出土砂量調査、溪流現況調査、水文観測、流砂観測、流出解析及び河床変動計算等によって行う。なお、流砂系全体の総合的な土砂管理のための調査については、河川砂防技術基準 H26.4 版 第 16 章 総合的な土砂管理のための調査によるものとする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-5

2.4.2 流出土砂量調査

＜考え方＞

流出土砂量に関する調査は、流域の監視、砂防基本計画の策定、総合土砂管理手法の検討のために、現地調査、航空レーザ測量によって行う。調査は、1 出水の流出土砂量を対象としたものと、1 年間等の中長期を対象としたものがある。

＜例 示＞

流出土砂量に関する現地調査においては、河床縦横断測量から流出土砂量を求める手法、砂防堰堤における堆砂量の変化から求める方法などがある。また、航空レーザ測量による方法では、出水前後の測量データの比較により、1 出水による流出土砂量を算出することができる。

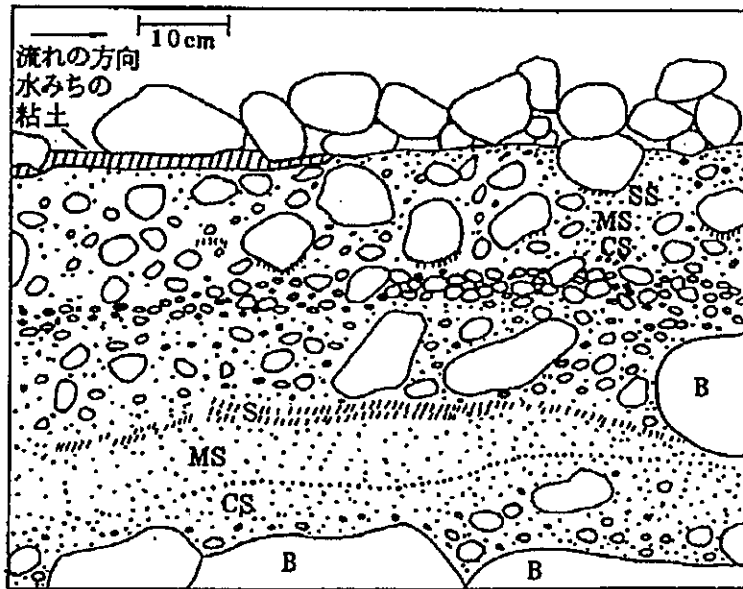
河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-5

2.4.3 溪流現況調査

<標準>

溪流現況調査は、計画基準点から上流に向かって本流及び支流の上流端（図 2.2 谷指数区分による）までを対象に実施することを標準とする。

溪流現況調査では、露岩箇所、土砂及び巨礫の堆積状況、平水時の流路、瀬と淵、景観・環境上の留意箇所を資料調査、現地調査により明らかにし、地形図上に示す。また、土砂・巨礫の堆積状況については、砂防設備建設時の資料による調査も行う。さらに、地形及び土砂・巨礫堆積形状と断面に関する調査から、施設設計の基礎資料とするために、土石流による堆積物と主として掃流状態の土砂運搬による堆積物とに区分することを標準とする。掃流堆積物スケッチ例を図 2.8 に示す。



マトリックスがぬけた部分(アーマーコート)

礫に粘土が付着するゾーンは、河床表面から30 cm程度の所に限られる。

このような粘土の付着の仕方は増水時の泥水の堆積によるものか掃流堆積物に特有のようである。

- B : 礫
- S : 砂
- SS : 細砂
- MS : シルト質砂
- CS : 砂質粘土

図 2.8 掃流堆積物スケッチ例

2.4.4 水文観測

<考え方>

水文観測は、降雨流出応答特性を把握するために実施する。

<標準>

水文観測は、現地における流量観測（水位観測及び流速観測）により行うことを標準とする。観測地点は、計画基準点の周辺地点に加えて、流域の監視上、砂防基本計画策定上、総合的な土砂管理上、流出土砂量を監視すべき地点において行う。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-6

<推奨>

観測候補箇所周辺に砂防堰堤等横断構造物がある場合は、横断構造物がある地点で観測することが望ましい。また、流量に換算するために、水位に併せて流速の観測をすることが望ましい。さらに、山地河道においては、大規模な出水により、機器の破損がしばしば生じるため、機器の十分な保護をするか、または非接触型の観測機器を設置することが望ましい。

<参考となる資料>

流砂水文観測については、下記の資料が参考となる。

- 1) 岡本敦，内田太郎，鈴木拓郎：山地河道における流砂水文観測の手引き（案），国土技術政策総合研究所資料，第686号，2012.

また、非接触型の流速計を水位計と併せて設置した事例について、下記の資料が参考となる。

- 2) 浅野友子，内田太郎，渡邊良広，井上広喜，辻和明，鴨田重裕：東京大学樹芸研究所青野研究林における山地河道の水理・水文観測，砂防学会誌，Vol. 65 No. 3, pp. 65-69, 2012.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-6

2.4.5 流砂観測

<考え方>

流砂観測は、掃流砂に関する調査及び浮遊砂・ウォッシュロード調査を行い、流砂の流出特性、変動特性を把握するものである。

<標準>

掃流砂調査の方法は、掃流採砂器等による直接的調査法と音響センサー（ハイドロフォン）等による間接的調査法を標準とする。また、浮遊砂・ウォッシュロード調査の方法は、採水器などの直接的調査法と濁度計による観測などの間接的調査法を標準とする。観測地点は、計画基準点の周辺地点に加えて、流域の監視上、砂防基本計画策定上、総合的な土砂管理上、流出土砂量を監視すべき地点において行う。また、流砂観測は、総合的な土砂管理手法の検討に資する平水時も含んだ1年間または数年間の積算流砂量などの中長期的な流砂量と砂防基本計画に資する大規模降雨時の短期的な流砂量の両方を把握する必要がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-7

<参考となる資料>

流砂観測については、下記の資料が参考となる。

1) 岡本敦，内田太郎，鈴木拓郎：山地河道における流砂水文観測の手引き（案），国土技政策総合研究所資料，第686号，2012。

流砂観測の事例については、下記の資料が参考となる。

2) 星野和彦，酒井哲也，水山高久，里深好文，小杉賢一朗，山下伸太郎，佐光洋一，野中理伸：流砂等計測システム（六甲住吉型）と観測事例，砂防学会誌，Vol.56 No.6，pp.27-32，2004。

3) 判田乾一，地中浩，石川一栄，宮澤和久：姫川流域における土砂移動モニタリング，砂防学会誌，Vol.66 No.2，pp.74-78，2013。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-7

2.4.6 流砂量調査結果のまとめ

<考え方>

流砂量調査結果は、調査位置図箇所の諸元、流砂量年表として取りまとめる。

<参考となる資料>

総合的な土砂管理のための調査については、下記の資料が参考となる。

1) 国土技術政策総合研究所：健全な水循環系・流砂系の構築に関する研究，国総研プロジェクト研究報告，第16号，2007。

2) 水野秀明，小山内信智，清水武志，稲村貴志：流砂系の総合的な土砂管理支援システムの開発，土木技術資料，vol149 No7，pp.26-31，2007。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-7

2.4.7 流出解析・河床変動計算

<考え方>

流出解析・河床変動計算は、溪流及び山地河道における水及び流砂の流出特性・変動特性を再現・予測するために用いる。溪流及び山地河道における土砂の移動現象は、沖積河川と異なり、非平衡性が強く、土砂濃度や勾配により流砂の形態が変化するなどの特徴を有するため、これらを適切に表現できる流砂量式等を組み合わせて行う。流砂の形態については、掃流砂及び浮遊砂、掃流状集合流動、土石流等を対象とし、対象区間の勾配に考慮した上で適切な式を用いる必要がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-7

<例 示>

山地河道における流砂の流出特性・変動特性を再現・予測するために用いる流砂量式等としては、以下の式がある。また、このほか、新しく提案される式などについても適用条件等に注意して使うことができる。

1) 掃流砂

a) 限界掃流力に関する式

岩垣公式、修正 Egiazaroff 式

b) 掃流砂量式

芦田・道上式、Meyer-Peter・Muller 式、芦田・高橋・水山式

2) 浮遊砂

a) 浮遊砂量式（流速分布と濃度分布の組合せ）

Lane-Kalinske の式、板倉・岸の式

b) 基準面濃度式

Lane-Kalinske の式、板倉・岸の式、芦田・岡部・藤田の式、芦田・道上の式

3) 土石流

a) 土石流の抵抗則

高橋の式、江頭・宮本・伊藤の式

b) 土石流の濃度則

①平衡濃度式

高橋の式

②侵食・堆積速度式

高橋の式、江頭の式

4) 掃流状集合流動

a) 掃流状集合流動の抵抗則

高橋の式、江頭・宮本・伊藤の式

b) 掃流状集合流動の濃度則

①平衡濃度式

高橋の式、水山の式

②侵食・堆積速度式（土石流と同様）

高橋の式、江頭の式

5) 全流砂

a) 全流砂量式

Brown 式

なお、これらに加えて、土石流及び掃流状集合流動を統一的に扱える計算手法、掃流砂に対する非平衡性を考慮した計算手法、土石流中に含まれる細粒土砂の影響を評価する手法、砂防堰堤設置箇所における計算手法などに関する蓄積されつつある知見を適宜参考として、それぞれの対象地域・現象に適した式を用いることが大事である。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-8

<関連通知等>

- 1) 土木学会水理委員会：水理公式集 [平成 11 年版]，丸善，1999.

<参考となる資料>

砂防調査における河床変動計算で用いる式は、下記の資料が参考となる。

- 1) 高橋保, 地質・砂防・土木技術者: 研究者のための土砂流出現象と土砂害対策, 近未来社, 2006.
- 2) 河村三郎: 土砂水理学1 (POD版), 森北出版, 2005.
- 3) (社)砂防学会監修: 砂防学講座第4巻 溪流の土砂移動現象, 山海堂, 1991.
- 4) 芦田和男, 高橋保, 道上正規: 河川の土砂災害と対策, 森北出版, 1983.

掃流砂から、掃流状集合流動、土石流まで連続的に扱う手法及び掃流砂に対する非平衡性を考慮した計算手法は、下記の資料が参考となる。

- 5) 高橋保, 地質・砂防・土木技術者: 研究者のための土石流の機構と対策, 近未来社, 2004.

土石流及び掃流状集合流動を統一的に扱える計算手法は、下記の資料が参考となる。

- 6) 高濱淳一郎, 藤田裕一郎, 近藤康弘: 土石流から掃流状集合流動に遷移する流れの解析法に関する研究, 水工学論文集, No44, pp. 683-686, 2000.

土石流中に含まれる細粒土砂の影響を評価する手法は、下記の資料が参考となる。

- 7) 西口幸希, 内田太郎, 石塚忠範, 里深好文, 中谷加奈: 細粒土砂の挙動に着目した大規模土石流の流下過程に関する数値シミュレーション-深層崩壊に起因する土石流への適用-, 砂防学会誌, Vol64 No3, pp. 11-20, 2011.

砂防堰堤設置箇所における計算手法は、下記の資料が参考となる。

- 8) 里深好文, 水山高久: 砂防ダムが設置された領域における土石流の流動・堆積に関する数値計算, 砂防学会誌, Vol58 No1, pp. 14-19, 2005.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第2節-9

第3節 土石流対策調査

3.1 総説

<考え方>

本節は土石流対策調査の標準的な手法を示す。なお、土石流対策計画の立案及び土石流対策施設の設計については、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説及び土石流・流木対策設計技術指針解説によるものとする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-14

<参考となる資料>

土石流対策計画の立案及び土石流対策施設の設計については、下記の資料が参考となる。

- 1) 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月，国土技術政策総合研究所資料第904号，国土技術政策総合研究所砂防研究室。
- 2) 土石流・流木対策設計技術指針解説，平成28年4月，国土技術政策総合研究所資料第905号，国土技術政策総合研究所砂防研究室。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-14

3.2 降雨量・流出調査

3.2.1 降雨量調査

<標準>

土石流対策調査における降雨量調査は、土石流対策計画の計画規模を設定するための降雨データの解析と土石流災害を発生させた雨量データの収集・分析等がある。どちらも対象とする溪流近傍の地上雨量観測所、レーダ雨量計等のデータを用いることを標準とする。

降雨量調査では、使用する目的に応じて、短期降雨指標（1時間最大雨量、60分間積算雨量等）長期降雨指標（連続雨量、24時間最大雨量、日最大雨量、土壤雨量指数、実効雨量等）を適切に用いる。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-14

<参考となる資料>

降雨量調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法（案），平成17年6月，国土交通省河川局砂防部，気象庁予報部，国土技術政策総合研究所
- 2) 寺田秀樹，中谷洋明：土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法，国土技術政策総合研究所資料，第5号，2001。

3.2.2 土石流のピーク流量の推定

3.2.2.1 土石流のピーク流量の推定

<標準>

土石流ピーク流量の推定は、流出土砂量に基づいて求めることを標準とする。ただし、同一流域において、実測値がある場合で別の方法を用いて土石流ピーク流量を推定できる場合は、その値を用いてもよい。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-14

<例示>

溪床堆積物が流水により強く侵食されて土石流になる場合は、降雨量に基づき土石流ピーク流量を算出する方法がある。

また、実測により土石流のピーク流量を求める方法には、以下のような方法がある。

1) 流下痕跡からの推定

土石流の流下痕跡と流下断面が明らかな場合は、土石流の流速と水深の推定(本章 3.2.2.2 p1-24)により流速を求め、ピーク流量を試算する。

2) ビデオなどの映像解析によって求めた速度からの推定

土石流の流下状況を撮影したビデオがある場合はこれを解析し、流速を算出する。ビデオから流速を算出した地点において、現地調査を行い、流下断面を推定する。流下断面積に流速を乗ずることによってピーク流量を算出する。また、非接触型の水位計を用いて、水位を直接計測し、流下断面を推定する手法もある。

なお、土石流のピーク流量の推定精度を向上させるため、上記の方法で推定した土石流ピーク流量と流出土砂量との関係を整理する。流出土砂量の算出は流出土砂量調査(本章 3.4 p1-26)に基づいて行う。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-15

<参考となる資料>

土石流観測の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 三輪賢志, 永井健二, 荒木孝宏, 中川達也: 富士山大沢川における土石流観測, 砂防学会誌, Vol162 No2, pp. 65-68, 2009.
- 2) 岡野和行, 諏訪浩, 植野利康: 焼岳上々堀沢における土石流の総合的観測, 砂防学会誌, Vol160 No6, pp. 62-65, 2008.
- 3) 高橋英一: 有村川における土石流観測について, 砂防学会誌, Vol. 65 No. 6, pp. 60-63, 2013.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-15

3.2.2.2 土石流の流速と水深の推定

<標準>

土石流の流速と水深は、理論式、経験式、実測値等により推定することを標準とする。

<例示>

土石流の流速を求める方法には、以下のような方法がある。

1) 湾曲部の流下痕跡からの推定する手法

土石流が溪流の湾曲部で偏流し、その場合の偏流高が現地で調査できる場合は、土石流導流工の湾曲部の設計方法に基づき、土石流の流速を求めることができる。

2) ビデオなどの映像解析により算出する手法

土石流の流下状況を撮影したビデオがある場合はこれを解析し、流速を算出することができる。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-15

<参考となる資料>

湾曲部の偏流による土石流の流速を求める方法の詳細及び現地への適用事例については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土石流・流木対策設計技術指針解説，平成28年4月，国土技術政策総合研究所資料第905号，国土技術政策総合研究所砂防研究室，p.51.
- 2) 水山高久，上原信治：湾曲水路における土石流の挙動，土木技術資料，Vol.23 No.5，pp.243-248，1981.
- 3) 武澤永純，内田太郎，鈴木隆司，田村圭司：鹿児島県船石川で発生した深層崩壊に起因する土石流の推定，砂防学会誌，Vol.62 No.2，pp.21-28，2009.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-16

3.2.2.3 土石流濃度の推定

<標準>

土石流濃度は、以下の平衡濃度式で求めることを標準とする。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \quad (\text{式 2.1})$$

ここで、 c ：土石流濃度、 σ ：礫の密度、 ρ ：水の密度、 ϕ ：溪床堆積土砂の内部摩擦角（°）、 θ ：溪床勾配（°）である。砂防堰堤の設計において、土石流ピーク流量を算出する際の溪床勾配は現溪床勾配（°）とし、1波の土石流により流出すると想定される土砂量を算出しようとする地点または流下区間の下流端となると考えられる地点の現溪床勾配とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-16

3.2.2.4 土石流の単位体積重量の推定

<標準>

土石流の単位体積重量は、実測値、経験値、理論的研究等により推定することを標準とする。

<例示>

土石流の単位体積重量把握に関する観測として、水位計、荷重計などを用いる手法がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-16

<参考となる資料>

水位計、荷重計を用いた土石流観測の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 大坂剛，高橋英一，國友優，山越隆雄，能和幸範，木佐洋志，石塚忠範，宇都宮玲，横山康二，水山高久：桜島における土石流荷重計による単位体積重量測定，砂防学会誌，Vol. 65 No. 6，pp. 46-50，2013.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-16

3.3 生産土砂量調査

3.3.1 調査範囲

<考え方>

生産土砂量調査の範囲は、原則として砂防基本計画上の計画基準点より上流に向かって本流及び支流とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-16

3.3.2 移動可能溪床堆積土砂量

<標準>

移動可能溪床堆積土砂量は、土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅及び溪床堆積土砂の平均深さについて、現地調査及び近傍溪流における土石流時の洗掘状況などを参考に算出することを標準とする。

<例示>

平均溪床幅を現地調査により推定する場合、溪流の横断方向における溪岸斜面角度の変化、土石流堆積物上に生育する先駆樹種と山腹地山斜面に生育する樹種の相違等を参考に山腹と溪床堆積土砂を区分して行う事例がある。

また、溪床堆積土砂の平均深さを現地調査により推定する場合、上記の断面形状だけでなく、上下流における溪床の露岩調査を行い、縦断的な基岩の連続性を考慮して行う事例がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

<参考となる資料>

水位計、荷重計を用いた土石流観測の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 大坂剛，高橋英一，國友優，山越隆雄，能和幸範，木佐洋志，石塚忠範，宇都宮玲，横山康二，水山高久：桜島における土石流荷重計による単位体積重量測定，砂防学会誌，Vol. 65 No. 6, pp. 46-50, 2013.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

3.3.3 崩壊可能土砂量

<標準>

崩壊可能土砂量は、山腹からの予想崩壊土砂量を推定した値とするか、0次谷からの崩壊土砂量を推定した値とすることを標準とする。

崩壊可能土砂量を的確に推定できる場合は、地形・地質の特性及び既存崩壊の分布等を参考に、具体的な発生位置、面積、崩壊深を推定し、的確に推定することが困難な場合は、0次谷における移動可能溪床堆積土砂の平均断面積と流出土砂量を算出しようとする地点より上流域の1次谷の最上端から溪流の最遠点までの流路谷筋に沿って測った距離から求めることを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

<参考となる資料>

崩壊可能土砂量の算出方法については、下記の資料が参考となる。

- 1) 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成28年4月，国土技術政策総合研究所資料第904号，国土技術政策総合研究所砂防研究室，p. 17.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

3.3.4 最大礫径の調査

<標準>

最大礫径は、溪床に堆積する巨礫の粒径を測定して作成した頻度分布に基づく累積値の95%に相当する粒径（D95）とすることを標準とする。

なお、最大礫径は、巨礫の粒径の三軸（長軸、中軸、短軸）又は二軸（長軸、短軸）の計測から求める。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

3.4 流出土砂量調査

3.4.1 降雨量によって運搬できる土砂量

<考え方>

降雨量によって運搬できる土砂量は、降雨量に流域面積を乗じて総水量を求め、これに流動中の土石流濃度を乗じて算定する。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-17

3.4.2 流出土砂量調査のまとめ

<考え方>

流出土砂量は、現地調査を行った上で、地形図、過去の土石流の記録等より総合的に決定する。原則として、流出土砂量は、本節3.3.2 (p1-25) 及び3.3.3 (p1-25～) で求めた流域内の移動可能溪床堆積土砂量と崩壊可能土砂量を併せた移動可能土砂量と、降雨量によって運搬できる土砂量を比較して小さい方の値とする。より詳細な崩壊地調査、生産土砂量調査、及び実績による流出土砂量調査が水系全体（土石流危険溪流を含む）で実施されている場合は、これらに基づき流出土砂量を決定してよい。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-18

3.5 許容流出土砂量調査

<考え方>

許容流出土砂量調査は、計画基準点より下流において災害が発生することなく流れ得る土砂量でかつ下流において必要な土砂量を把握するために流下断面等を調査する。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-18

3.6 土石流実態把握に関する調査

3.6.1 土石流災害後の流下状況調査

<考え方>

土石流の流下実態把握に関する調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行う。

<標準>

土石流の流下状況については、現地調査により、流出土砂量、土石流ピーク流量、流量ハイドログラフを推定し、実態を把握することを標準とする。

<例示>

流出土砂量に関する調査においては、現地調査に加えて、航空レーザ測量による調査を用いる場合もある。

土石流ピーク流量に関する調査においては、土石流の流下痕跡と流下断面が明らかな場合は、土石流の流速と水深の推定(本章3.2.2.2 (p1-24))により流速を求め、土石流ピーク流量を算出することができる。また、土石流のピーク流量の推定精度を向上させるため、土石流の流下痕跡と流下断面から推定した土石流ピーク流量と流出土砂量、降雨量の関係を整理し、このとき、レーダ雨量計による雨量データの活用が可能な場合、レーダ雨量計によるデータを用いることができる。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-18

3.6.2 土石流災害後の流出・堆積状況調査

<考え方>

土石流災害後の流出・堆積状況調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計、警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

<例 示>

土石流災害後の流出・堆積状況調査では、土石流流下場及び堆積場の調査として、溪床堆積土砂の侵食区間の平均勾配、溪床堆積土砂の侵食量、残存している溪床堆積土砂量、土石流堆積場の範囲、土石流堆積深、土石流氾濫開始点の勾配、各々の土石流ロープの堆積土砂量、土石流の流動深、堆積物の容積濃度、堆積物の粒度分布等について調査する場合がある。また、現地調査に加えて、航空レーザ測量による調査を用いる場合もある。さらに、土石流災害後の流出・堆積状況調査では、周辺住民に対するヒアリング調査も、土石流の規模、継続時間の推定などに有効である場合も多い。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-18

<参考となる資料>

土石流災害後の流出・堆積状況調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省砂防部監修：砂防関連事業災害対策の手引き，pp. 238-240，(社)全国治水砂防協会，2001.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-19

3.6.3 土石流災害後の崩壊状況調査

<考え方>

土石流災害後の崩壊状況調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行う。

<例 示>

表層崩壊に起因した土石流の崩壊状況調査では、崩壊地調査として、崩壊地周辺の地質区分・植生状況、各崩壊地の崩壊土量・崩壊面積、崩壊残土の量と位置的な分布、崩壊地の縦断図・横断図、崩壊地の平均勾配、崩壊地での湧水箇所と湧水の有無、崩壊地周辺の亀裂の大きさと分布等について調査する場合がある。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-19

<参考となる資料>

土石流災害後の崩壊地調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省砂防部監修：砂防関連事業災害対策の手引き，pp. 238-239，(社)全国治水砂防協会，2001.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-19

3.6.4 土石流災害後の人的被害・家屋等の物的被害状況等の調査

<考え方>

土石流災害後の人的被害・家屋等の物的被害状況等の調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策施設の設計・事業効果評価手法の検討、警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

<例 示>

土石流災害後の人的被害、家屋等の物的被害の推定、災害を引き起こした土砂移動の推定手法には以下のものがある。なお、流木による被害については、流木実態把握に関する調査(第5編その他砂防計画編第1章7.3(p5-43))を参照する。

1) 人的被害、家屋等の物的被害の推定

流失、全壊、半壊、一部破損、床下浸水、床上浸水した家屋(木造、RC造、鉄骨造、その他)の位置を図示した詳細平面図を作成する。その詳細平面図から、全壊、半壊した家屋の数と土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域の区域内の総家屋数に占める割合、河道中央からの水平距離を整理する。また、犠牲となった方が災害直前に避難していた家屋の位置、発見された場所を消防、警察部局からのヒアリングにより調査し、詳細平面図に示す。

2) 災害を引き起こした土砂移動の推定

建物が残存している場合は、その壁(上流側壁面、側面、下流側壁面)での流下痕跡から流動深を計測する。家屋が調査時点で既に撤去されている場合は写真等から計測する。家屋の破壊をもたらしたと考えられる巨礫の最大粒径を推定する。家屋が残存している場合は、現地調査によって計測する。家屋が調査時点で既に撤去されている場合は写真等から計測する。

砂礫の衝突による鉄骨の変形量(へこみ量)と変形部の断面図を作成する。家屋が残存している場合は、現地調査によって計測する。家屋が調査時点で既に撤去されている場合は写真等から計測する。

農作物への被害等上記以外の被害については、その被害と土砂移動・流木の関係を調べる。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-19

<参考となる資料>

土石流災害後の人的被害・家屋等の物的被害等の調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省砂防部監修：砂防関連事業災害対策の手引き，pp. 245-246，(社)全国治水砂防協会，2001.

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第4節-20

3.7 保全対象調査

保全対象は、土石流危険渓流および土石流危険区域内にある。人家、田畑、公共施設などとする。

【解説】

ここで、公共施設とは、官公署、学校、病院および社会福祉施設などの災害時要配慮者利用施設、駅、発電所、避難所などである。保全対象の抽出は、都市計画図、住宅地図による机上抽出および現地確認により実施する。なお、保全対象の抽出にあたっては、下記に示す土石流の特性に留意する。

(1) 土石流の到達距離

土石流は、縦断勾配が 10° ($1/6$)程度になると堆積し始め、 2° ($1/30$)までのところで停止するものとする。(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説H28.4 p1)

したがって、保全対象は縦断勾配が 2° 以内の区域にある。

なお、土石流の停止勾配については、火山砂防地域、および「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」で土砂災害の危害のある土地は 2° までであるとされている。

(2) 土石流の分散角

「砂防学講座第6巻-1土砂災害対策」(社団法人砂防学会、平成4年)によると、土石流の分散角(土砂の氾濫が生じた場合の広がりの角度)は、通常の小規模扇状地にみられる平面形状や勾配の条件のもとでは、一般に $30\sim 70^{\circ}$ 程度である。

また、広島災害(H11.6.29)の事例により最大 120° までとするが、地形などを考慮して十分検討の上決定する。

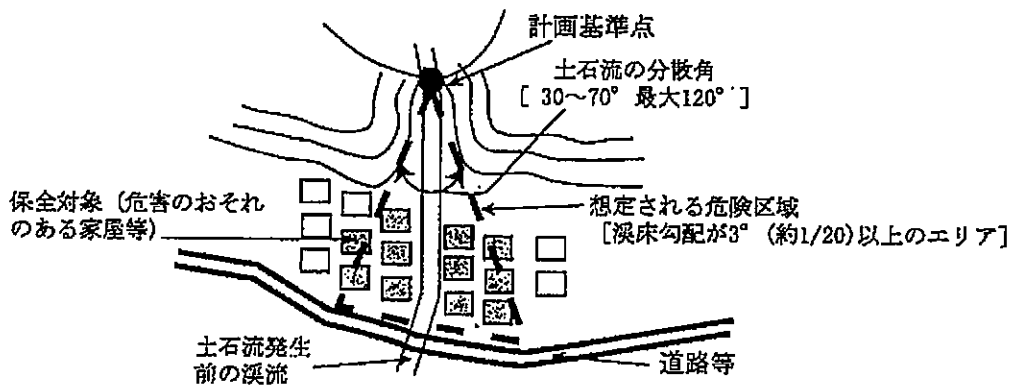


図 2.9 保全対象の範囲

3.8 土石流の発生形態および発生要因調査

土石流の発生形態としては、溪床堆積土砂の流動化、山腹崩壊の土石流化、天然ダムの壊などがあるが、抽出した溪流において、これらの形態の土石流が発生し流下するかどう以下の土石流発生の要因について調査するものである。

- ①溪床勾配
- ②流域面積
- ③溪床状況
- ④山腹状況
- ⑤その他(最大礫径調査、pH 調査)

【解説】

①～③は溪床堆積土砂流動化型土石流（以下、「溪床流動型土石流」という）、④は山腹崩壊流動化型土石流（以下、「山腹崩壊型土石流」という）の発生要因となるものである。また、⑤は砂防堰堤袖部の設計、透過型堰堤や鋼製堰堤などの設置に備えて把握しておくべき調査項目である。

(1) 溪床勾配の調査

土石流の発生は溪床勾配が 20° (約 $1/3$) 以上で多く、 2° (約 $1/30$) 付近まで土石流の流下の恐れがあることが判明している。溪床勾配は、土石流区域と掃流区域を区分したり、ある地点での土砂輸送能力をみるのに有益である。

調査項目：溪床勾配

調査方法：地形図（各溪流で最も精度の良い地形図）からの読み取り、または、現地踏査による。

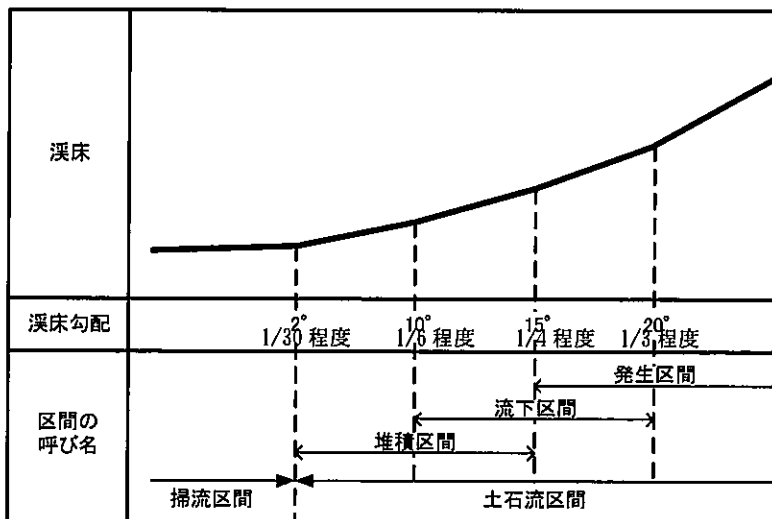


図 2.10 土砂移動形態の溪床勾配による目安

1) 地形図から読み取る方法

1/2, 500 などの精度の良い地形図から溪床勾配を計測する。(等高線間隔を調べる。)
また、空中写真の図化などによる更に精度の良い地形図など既存資料があれば利用する。

2) 現地踏査による方法

精度の良い地形図がない場合には、現地踏査によって土石流の発生、流下、堆積などに関係する溪床勾配を調査する。現地踏査は、ポケットコンパスなどを利用して支川の合流箇所、溪床勾配の変化点や工作物の前後、谷が開ける箇所付近において計測する。

(2) 流域面積の調査

氾濫開始地点上流の流域面積は、一般的な流域の特性を把握するために調査する。

調査項目：氾濫開始地点上流の面積

調査方法：1/2, 500 などの精度の良い地形図または現地踏査などにより確認した氾濫開始点を地形図におとし、それにより上流域の面積を計測する。

(3) 溪床状況調査

溪床流動型土石流においては、発生源となる移動可能溪床堆積土砂の存在および量が重要な要素となる。そこで、本調査は溪床堆積土砂の有無、平均堆積深 (D_c)、平均堆積の幅 (B)、堆積延長 (L)、およびその安定性を調査する。また、流木の発生が予想される箇所に樹木が存在する場合には、侵食が予想される平均林地幅 (B_w) も調査するように努める。

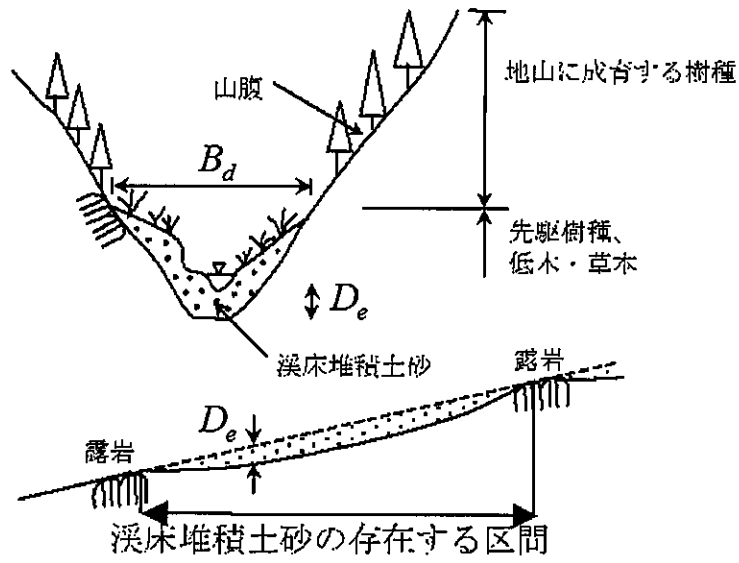


図 2.11 平均堆積幅、平均堆積深

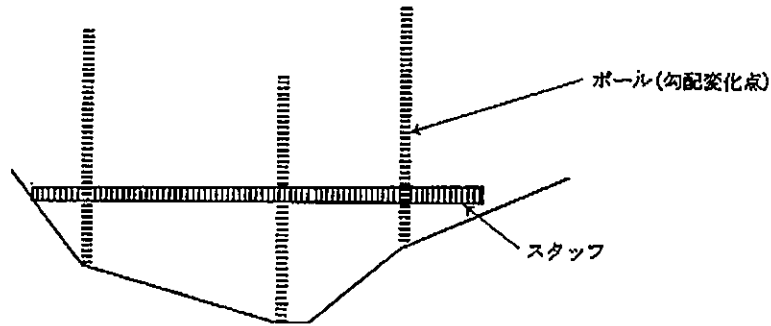


図 2.12 写真撮影方法

溪床堆積物調査位置において、ポール・スタッフ等を用いて溪流下流面から全景を撮影する。

撮影時に雑木等で全景を収めることが困難と予想される場合は、上下流の類似箇所に移動してから調査を行い撮影する。

1) 現地調査地点

現地調査地点は、その谷次数の区間を代表すると考えられる位置を、机上調査、現地調査結果に基づき設定する。

- ①地形の変化点
- ②支溪流の合流点付近（支溪流を含む合流前後）
- ③溪床勾配変化点
- ④河道状況（堆積、露岩、河床材料〔露岩部分については、その区間延長を調査する〕）
- ⑤既存施設

現地調査後、上記の地点情報を勘案して堆積延長(L)を求める必要がある。堆積延長(L)は、一般的に1/2, 500地形図等を用い、調査地点間の流路距離を測定することで得られる。移動可能溪床堆積土砂量と崩壊可能土砂量から移動可能土砂量を算出する場合には、対象となる溪床堆積物の下流端から平時流水のある地点までの流路(0次谷を含まず)に沿った距離を測定する。崩壊可能土砂量の推定が困難な場合には、谷の出口から流域の最遠点である流域界までの流路(0次谷を含む)に沿った距離とする。

なお、1次谷と0次谷の判定は、図2.2によるものとする。

2) 溪床堆積物の平均堆積深(De)

近傍の類似溪流の洗掘状況などを参考にして十分に検討を行い、決定する。

一般的には0.0m(基岩露出時)～2.0m程度とし、0.1m単位とする。

3) 土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅(B)

原則として、現地踏査により決定する。平均溪床幅は0.5m単位とし、地形変化点などを考慮して決定する。

また、式2.2(レジーム式)による推定式を参考にすることができる。

$$B = 3 Q_p^{1/2}$$

式 2.2

B : 土石流の流下幅 (m)

Q_p : 計画規模の降雨に対する水のみを対象流量 (m^3/s)

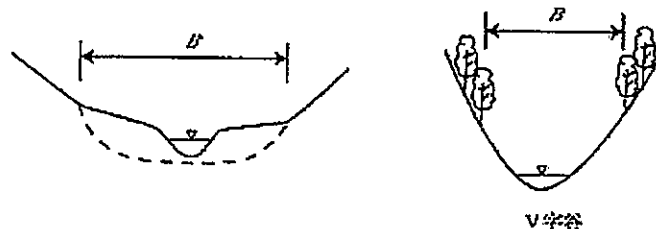


図 2.13 土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅

<参 考>

溪床堆積物の平均的な堆積深を精度よく、客観的に把握するためには以下に示すような考え方を基に、客観的な判断材料を収集することとする。

- ① 1)に示した通り、その谷次数を代表する断面を判断し、調査断面位置の設定根拠を整理する。
- ② 設定した断面位置の流路の状況や土砂堆積・侵食状況、河道横断方向の勾配変化点、左右岸斜面の状況、植生状況等を勘案し、土石流発生時に侵食が予想される平均的な溪床幅を推定する。
- ③ ②で推定した溪床幅に対して、平均的な堆積深を推定するために、土砂移動に伴う河道への堆積状況（マウンド）、溪岸侵食の深さ、小滝状に流水の流下がみられる場合の落差、露岩状況等を現地にて調査する。
- ④ 現地調査により、③で示した土砂侵食・移動の顕著な傾向が認められない場合や、堆積している土砂の堆積深を定量的に把握したい場合は、鉄棒をハンマーで打ち込み計測する、もしくは、簡易貫入試験器等を必要に応じて活用する。
- ⑤ 鉄棒や簡易貫入試験器等を用いる場合、堆積深が2mを大きく越えるような値となる場合も考えられるため、計測結果の取扱いには、当該地点の流域面積等を考慮し、必要以上に堆積深を深く設定しないよう注意する。

(4) 山腹状況調査

地形・地質の特性および既存崩壊の分布などを参考に、具体的な崩壊発生位置、現況における崩壊面積および将来における崩壊拡大見込面積、平均崩壊深、既崩壊残存土砂量を調査する。

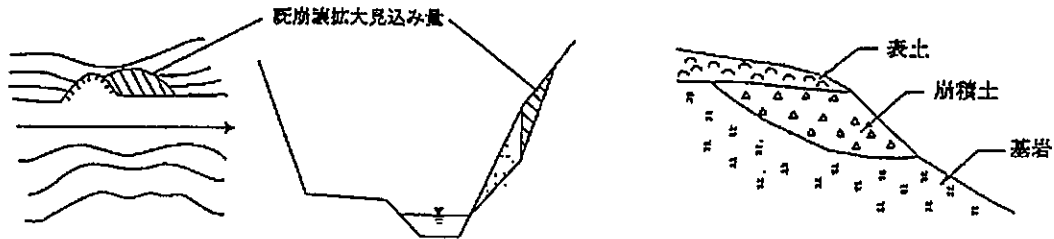


図 2.14 崩壊可能土砂量の模式図

(5) その他の調査

透過型堰堤および土石流対策堰堤の計画・設計に備えて、事前に最大礫径調査および pH 調査を行う。これらの調査は溪床状況調査と併せて行う。

1) 最大礫径調査

最大礫径の設定は、例えば透過型砂防堰堤のスリット幅や格子の純間隔を決定するうえでの極めて重要な要素となるので、土石流の材料となることが予想される礫をできるだけ多く調査する必要がある。

粒径調査は、堰堤建設予定地より上流の溪床および計画地点より下流の各々200m間の溪床堆積物を踏査することによって行い、測定の対象となる礫は、土石流のフロント部が堆積したと思われる箇所で溪床にかたまって堆積している巨礫群がよい。したがって、角張っていたり材質が異なっていたり、明らかに山腹より転がってきたと思われる巨礫は対象外とする。

また、調査は粒径が大きいと思われるものから測定および写真撮影を行うものとする。

巨礫の粒径は、図 2.15 に示すように、その横径、縦径、高さ(それぞれ $d1$ 、 $d2$ 、 $d3$ 3 軸)の平均値、礫が河床に埋まっており縦径の計測が困難な場合は(それぞれ $d1$ 、 $d3$ 2 軸)の平均値とする。なお、巨礫 200 個以上の測定結果を表にまとめる。

測定の結果をもとにして、下図に示すような巨礫の累加曲線を書く。その累積値の95%に相当する礫径を最大礫径 (d_{95}) とする。最大礫径は、10cm 単位で示す。

また、平均礫径 (d_{50}) は、累積値の50%に相当する礫径とする。

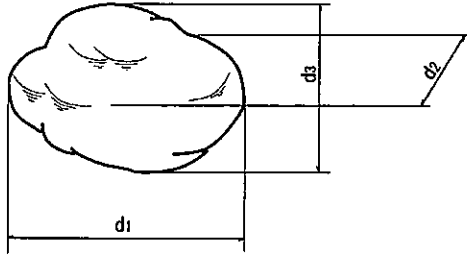


図 2.15 巨礫の粒径

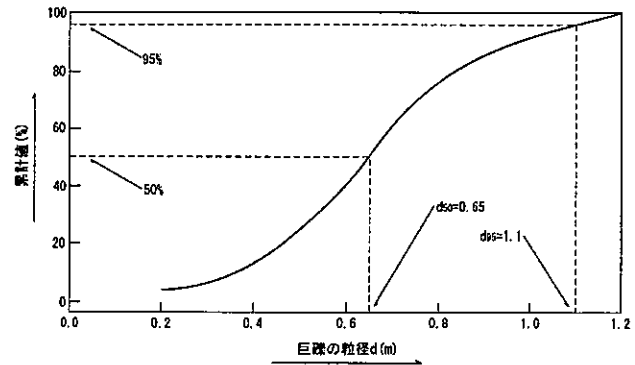


図 2.16 巨礫の粒径の累加曲線図

2) pH 調査

鋼製砂防構造物の計画・設計に備えて、流水あるいは地下水の pH 値および土の比抵抗値を調査する。

鋼製構造物の腐食に関連して、pH5 未満の酸性河川での適用は十分な検討が必要である。このために、そのおそれのある場合には流水や地下水の pH 値の調査が必要となる。pH が 5~9 (中性域) の範囲では腐食速度はおおむね一定であるが、pH が 4 以下 (酸性域) になると錆が融解するので、錆の腐食抑制機能が失われるうえ、水素発生型の腐食を生じるので腐食速度は大きくなる。

また、土の比抵抗値が $20 \Omega \cdot m$ 未満の場所でも腐食速度が大きくなる恐れもあるため、必要に応じて調査を行う。なお、土の比抵抗値は、一般に表 2.3 のようであり、これに対して土の腐食性との関係は表 2.4 のようであるといわれている。

表 2.3 土の比抵抗値

| 土の種類 | 粘土 | ローム | 砂 | 砂利 |
|---------------------------|-------|----------|--------|----------|
| 比抵抗値 ($\Omega \cdot m$) | 1~100 | 100~1000 | 1~1000 | 100~1000 |

表 2.4 土の比抵抗値と腐食性

| 比抵抗値 ($\Omega \cdot m$) | 腐食性 |
|---------------------------|--------|
| 0~10 | 非常に大きい |
| 10~20 | 大きい |
| 20~50 | 中程度 |
| 50~100 | 小さい |
| 100 以上 | 非常に小さい |

第4節 環境調査

4.1 環境調査の目的

<考え方>

環境調査は、土砂災害対策施設及び長期にわたって使用する仮設構造物の計画・設計におおひ、生物の生息・生育環境の保全や地域の自然・文化等の適切な保全を図るために必要な基礎資料を得るために行う。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第8節-40

4.2 環境調査の調査内容

<標準>

環境調査は、社会環境調査・自然環境調査の2種類から成る。それぞれの調査について、既存資料の収集・現地調査・調査結果の整理分析等を実施することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第8節-40

4.2.1 社会環境調査

<標準>

社会環境調査は、対象となる流域の社会環境の現状（地域特性）を把握するため、社会環境に関する法令等に基づく区域指定状況調査、地域防災計画を含む土地利用計画調査、開発状況調査、自然観光資源調査、景観資源調査等について実施することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第8節-40

<例示>

社会環境調査の主な調査内容としては下記1)～6)等の手法がある。

1) 法令等指定状況調査

以下の資料のうち、該当するものを収集し整理する。

- a) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定状況）
- b) 砂防法（砂防指定地の指定状況）
- c) 地すべり等防止法（地すべり防止区域の指定状況）
- d) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（急傾斜地崩壊危険区域の指定状況）
- e) 都市計画法（地域地区等の決定状況等）
- f) 文化財保護法（天然記念物、史跡・名勝の指定状況）
- g) 古都における歴史的風土の保存に関する特別措置法（歴史的風土保存区域等指定状況）
- h) 森林法（保安林、保安施設地区の指定状況）
- i) 自然環境保全法（原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、都道府県自然環境保全地域の指定状況）
- j) 自然公園法（国立公園、国定公園、都道府県立自然公園の指定状況）

- k) 都市緑地法(緑地保全地域等の指定状況)
 - l) 鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律(鳥獣保護区の指定状況)
 - m) 絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(生息地等保護区の指定状況)
 - n) 特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(特定外来生物の防除区域等の指定状況及び要注意外来生物のうち緑化植物)
 - o) 保護林制度に基づく森林生態系保護地域、植物群落保護林等の指定状況
 - p) 景観法(景観地区の指定状況)
 - q) その他の法令、及び関連地方公共団体の環境及び自然関連条例等
- 2) 土地利用計画調査
土地利用状況、土地利用計画などの資料を収集する。
- 3) 開発状況調査
行政区画の現状、将来開発計画などの資料を収集する。
- 4) 自然観光資源調査
エコツーリズム推進法に基づく「全体構想」を地元市町村から収集する。
- 5) 景観資源調査
地域の個性的な景観、地域が大切にしている景観について把握する。
- 6) その他
その地域の風俗習慣など伝統的な生活文化について把握する。

4.2.2 法指定状況調査

計画対象流域における法規制区域などを調査整理する。

【解説】

法指定状況調査は、砂防基本計画や施工に対して制約を受ける可能性があるもの(表 2.5 参照)について調査を行い、事前に関係省庁との調整を行うための基礎資料とする。

表 2.5 諸法令の資料

| 法律 | 指定などされている区域 | 資料名 |
|------------------|---|---|
| 土砂災害防止法 | 土砂災害警戒区域 土砂災害特別警戒区域 | |
| 砂防法 | 砂防指定地 | 砂防指定地図(1/2,500~1/5,000) 土地利用規制図(1/50,000) |
| 地すべり等防止法 | 地すべり防止区域 | 地すべり防止区域台帳 土地利用規制図(1/50,000) |
| 急傾斜地の崩壊の防止に関する法律 | 急傾斜地崩壊危険区域 | 急傾斜地崩壊危険区域台帳 土地利用規制図(1/50,000) |
| 都市計画法 | 市街化区域(都市計画区域) 市街化調整区域(同上) 準都市計画区域 | 都市計画図 用途区域図 |
| 文化財保護法 | 史跡、名勝、天然記念物 | 遺跡地図 |
| 森林法 | 保安林 | 滋賀県土地利用基本計画図 (1/50,000) 土地利用規制図(1/50,000) |
| | 保安施設地区 | 区域図またはヒアリング |
| 自然環境保全法 | 原生自然環境保全地域 | |
| | 自然環境保全地域特別地区 | 滋賀県土地利用基本計画図 (1/50,000) |
| 自然公園法 | 国立公園、国定公園、 県立自然公園 | 滋賀県土地利用基本計画 (1/50,000) 地域振興局・建設管理部館内図 |
| 建築基準法 | 災害危険地区 | 区域図またはヒアリング |
| 宅地造成等規制法 | 宅地造成工事規制区域 | 土地利用規制図(1/50,000) |
| 統計法 | 人口集中地区 | 土地利用規制図(1/50,000) |
| 離島振興法 | 離島振興対策実施地区 | |
| 過疎地域振興特別措置法 | 過疎地区 | 過疎地区ホームページ |
| 総合保養地域整備法 | 特定地域 | |
| 都市緑地保全法 | 緑地保全地区 | 土地利用規制図(1/50,000) |

4.2.3 景観調査

景観調査は、溪流およびその周辺の景観について調査する。調査項目については、調査目的に応じて定めるとともに詳細な調査は、必要に応じて実施するものとする。

「水と緑の溪流づくり調査マニュアル(案)」p6

【解説】

溪流およびその周辺の景観の現況を把握するための調査には、全体的な景観の特徴および縦断的に変化する景観の把握を目的とする概略調査、そして、景観を特徴づけている景観対象、視点、空間構成などの把握を目的とする要素調査がある。さらに、詳細な素材調査、色彩調査などがあり、対象区域の状況に応じて実施する。

4.2.4 溪流利用実態調査

溪流利用実態調査は生態系の調査とあわせて溪流を貴重な財産として保全、整備を図っていくための基礎資料とするため、溪流空間の利用実態について調査する。また、計画対象区域の周辺で策定されている地域計画についても調査する。

【解説】

(1) 近年、アウトドアライフの指向、余暇時間の増大などにより、我々にとって身近な溪流環境に関心が集りつつある。また、溪流をこうした身近な憩いの場としてだけでなく、観光、レクリエーションの中核として積極的に利用しようとする動きも大きい。こうした中で、今後さらに地域住民の多様なニーズに対応するとともに、点的な整備から面への展開といった広域的な整備を図り、溪流から地域文化をつくりあげる、あるいは、地域活性化を促すといった視点が必要であると思われる。このため、本調査は、溪流で行われる生態系調査とあわせて溪流の保全、整備を図っていくために行うものである。

(2) 溪流空間とは流水の存在する範囲だけでなく、砂州、砂礫堆および溪流に隣接する溪畔林を一時的なまとまりとしてとらえた範囲をいうが、調査着手する際には、文献、市町村などへの聞き取りによって調査箇所を選定する。溪流空間の利用としては、以下の事項が考えられる。

- ①風景探勝(遊歩道)
- ②滝、瀬、淵、溪畔林など、自然景観で優れている地区
- ③公園
- ④キャンプ場
- ⑤河川・溪流プール
- ⑥水遊び
- ⑦カヌー・ボート

- ⑧舟下り
- ⑨温泉（露天風呂を含む）
- ⑩魚釣り
- ⑪内水面漁業
- ⑫湧水
- ⑬祭、伝統行事、イベント
- ⑭バードウォッチング、自然観察会

また、上記の利用実態のほか、聞き取り調査やアンケート調査で、以下の内容を把握する。

- ①今後の地方自治体、民間などの溪流整備、利用計画
- ②周辺の市街地、観光地とのロケーションとアクセス
- ③利用者および市町村の溪流整備・利用の意向調査

現地調査については、予備調査の結果、重要と認めた箇所を対象とするが、必要に応じ実施することが望ましい。

4.2.5 自然環境調査

<標準>

自然環境調査は、対象となる流域の自然環境の現状（地域特性）を把握するため、自然環境に関する法令等に基づく区域指定状況調査、植物調査、動物調査について実施することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第8節-41

<例示>

自然環境調査の主な調査内容としては下記1)～4)などの手法がある。

1) 法令等に基づく区域指定状況調査

自然環境に関する法令等指定状況調査は、本章 第4節 4.2.1 社会環境調査 の例示 1) 法令等指定状況調査 (p1-38) の項目の中から必要なものを行う。

2) 溪流環境調査

溪流環境調査は、溪流環境の著しい改変を伴う工種を含む場合に、溪流環境整備計画の策定に必要な資料として、以下の資料のうち、該当するものを収集し整理する。また、必要に応じて現地調査を行う。

- a) 溪流空間の生態系の維持に関する中小出水時、平常時の降雨・流量等
- b) 時期の特定できる滞筋周辺及び溪流周辺の植物の広範な流失に係る空中写真
- c) 溪畔林の生育基盤の条件（降水量、流量、流速、過去の攪乱など）及び溪畔林の分布状況と群落特性
- d) 可能な範囲で溪畔林の群落特性、樹種、樹齢等から推定される当該溪流空間における過去の洪水や土砂移動の発生時期、及びその範囲
- e) 可能な範囲で、過去の溪畔林の流出や侵入の状況の空中写真判読等。併せて、同時期の降雨や流量等

3) 植物調査

植物相や被度・群度、希少種の把握など、調査目的に応じて既存植生図、土地分類図（国土交通省、都道府県）、植生図・主要動植物地図（文化庁）、自然環境保全基礎調査（環境省）、レッドデータブック（環境省、都道府県）等の我が国における自然環境保全上重要な動植物に関する資料等必要なものを収集し、必要に応じて植生調査等を行う。

なお、山腹保全工については、上記に加え、目標林の設定において将来の遷移系列の予測に必要な現況の植生調査等を行う。また、現況植生と過去に実施した植栽樹種・植栽場所との比較等により特に偏向遷移の傾向の有無を把握する。さらに、土地の利用・管理状況・その土地の極相等について調査し、中長期的な観点からその土地に成立し得る適切な樹林構成を検討する。偏向遷移は、砂防の現場では、ニセアカシア林やイタチハギ低木林等の、初期緑化において侵略的特性を示す外来種を導入した場所で見られることがある。このため、外来生物法における要注意外来生物（緑化植物）については特に慎重に把握する。

4) 動物調査

動物相や分布、生息環境の把握など、調査目的に応じて植生図・動物調査報告書（文化庁）自然環境保全基礎調査（環境省）レッドデータブック（環境省、都道府県）等必要な資料を収集し、必要に応じて生息環境調査等を行う。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第8節-41

<関連通知等>

- 1) 溪流環境整備計画の策定について、平成6年9月13日、建設省河砂部発第10号、建設省河川局砂防部長通達。
- 2) 溪流環境整備計画の策定推進について、平成6年9月13日、建設省河砂部発第48号、建設省河川局砂防部砂防課長通達。

<参考となる資料>

山腹保全工のための調査、及び砂防事業における景観対策を検討する際には、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省河川局砂防部保全課，国土技術政策総合研究所砂防研究室：これからの山腹保全工の整備に向けて-里地里山の山腹工斜面に植生を回復させ、その機能を維持・増進していくためのポイント集-，国土技術政策総合研究所資料，第544号，2009。
- 2) 国土交通省河川局砂防部保全課，国土技術政策総合研究所：これからの山腹保全工に向けて-工種と実例-，国土技術政策総合研究所資料，第592号，2010。
- 3) 砂防関係事業における景観形成ガイドライン，平成19年2月，国土交通省河川局砂防部。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第9節-42

4.2.6 環境調査

計画対象流域において、既存資料や現地踏査により環境調査が必要な場合に実施するものとする。

【解説】

環境調査手順を図 2.17 に示す。

対象事業の実施が環境に及ぼす影響を予測し、調査の必要があるものについて実施する。

具体的調査方法の詳細については「水と緑の溪流づくり調査」(建設省河川局砂防部、平成3年)の実施マニュアルである「砂防における自然環境調査マニュアル(案)」(建設省河川局砂防部、平成3年8月)、「水と緑の溪流づくり調査について」(建設省河川局砂防部、平成3年2月)、「溪流環境整備計画策定マニュアル(案)」(建設省河川局砂防部、平成6年)に準拠する。

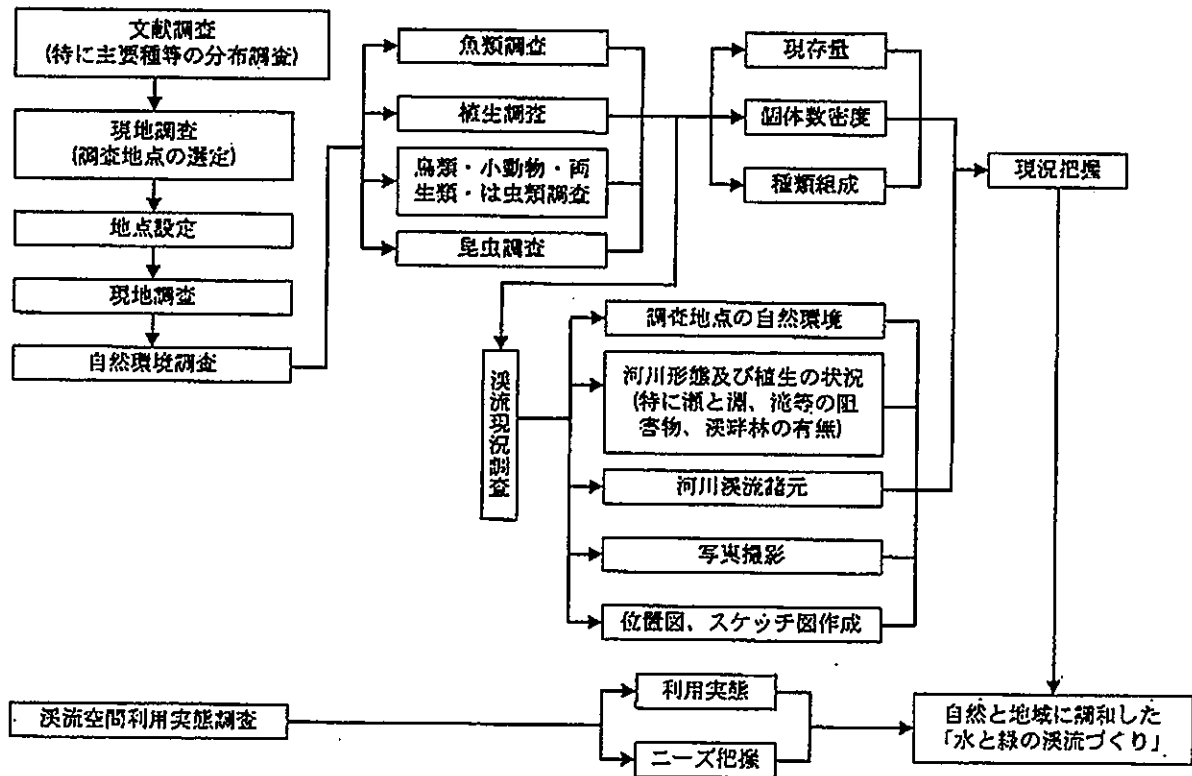


図 2.17 環境調査手順

4.3 継続的な環境調査

<標準>

土砂災害対策施設等の施工中及び施工後の環境変化、施設の影響、環境保全措置の効果等を把握するため、必要に応じて本節4.2中の該当する調査内容を継続的に実施することを標準とする。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第9節-42

4.3.1 植生調査

4.3.1.1 植生の分布状況調査

計画対象流域の空中写真、林相区分図、植生図、森林簿、林班図などを収集し、植生の分布状況を把握する。

【解説】

植生調査とは、既存資料や現地踏査により計画対象流域内の植生分布状況を把握し、砂防基本計画のための基礎資料とするものである。

なお、本県の植生は、第5編第1章第1節(p5-1)を参照する。

4.3.1.2 植生の群落に関する調査

河川・溪流付近は、その極地的な土壌・地質・気候・水分などの条件から自然性の高い河畔林や植物群落が立地していることが多い。また、河川上流部は標高に対応して多様な植物遷移がみられる。本調査では、対象流域内の植物の種類や植生範囲などを調査する。

【解説】

調査では、資料収集や聞き取り調査を進めていくが、対象群落に関する資料としては、学術論文、地方誌・史のほか地形図、空中写真などがある。また、同時に地元住民などの長期の観察記録が重要である。地元に住む人々は、その群落の季節現象、過去における変遷など貴重な知識と経験を豊富に持っているものである。これらの人達からの聞き取り調査では、実際の調査を進めていく上で有益な情報が得られる。

なお、現地調査については、流域特性調査の結果、重要と判断された箇所などを対象に実施する。具体的な調査箇所は、対象範囲内にサンプル調査地(10m×10m)を設置したり、所定の区間における一定幅の区間とする。調査方法はいずれにも標本調査とし、種名、被度、郡度や階層構造を把握する。

4.3.2 魚類調査

一般に魚類は、その種類により生息する場所に特異性がある。また、季節によっても異なるので、その調査地点の選定には十分注意しなければならない。本調査では、溪流に生息する魚の種類や生息範囲を調査する。

「水と緑の溪流づくり調査マニュアル（案）」p1

【解説】

- (1) 種類組織の調査方法としては聞き取りによる方法、統計資料の活用による方法、陸上から観察する方法、投網などにより採取する方法、潜水観察などがあり、溪流の特性に応じた方法により行う。
- (2) 一般に溪流に生息する漁類については、地元の漁業関係者が多くの情報を持っている。漁業協同組合が、漁法、漁期、対象魚種の制限を設定し管理していることが多い。さらに、自然保護、天然記念物などの指定を受けている種類などが生息している場合があるので、調査地点の選定、調査時期および調査方法などの決定に際しては、事前に地元関係者と協議しておくことが望ましい。
- (3) 調査地点選定については、事前調査の結果、河川・溪流の上流・下流部などのバランス、滝、堰など流水の分断状況、河川形態（瀬と淵の分布）などを考慮し、河川の魚類相を把握するのに十分効果があるような設定を行う。常時水の無い河川・溪流については除外し、砂防基準点・補助基準点の位置を考慮にいれ設定する。調査を行う地点の最下流端は、原則として砂防基準点とする。
- (4) 事前調査で重要な種類などが確認された河川・溪流については、その重要度に応じ調査ポイントを増やすこととする。
- (5) 魚類調査の結果から、必要に応じて「砂防溪流における魚道設置の手引き（案）」（建設省土木研究所、平成10年12月）により魚道の調査を実施する。

4.3.3 鳥類調査

河川・溪流は、カワセミ、ヤマセミ、カワガラスなどの水辺性の鳥類の重要な生息の場であり、また、これに連なる森林にも多くの鳥類が生息している。本調査では、これら溪流に生息する鳥の種類および生息範囲などを調査する。

「水と緑の溪流づくり調査マニュアル(案)」p4

【解説】

- (1) 現地調査は対象とする主要種などの状況を線センサス、または定点観察により把握するものとし、対象種の渡りの習性などを考慮に入れて調査時期を設定する。
- (2) 現地調査は原則として抽出された箇所周辺で生息種、生息状況、行動範囲を把握するため行うが、魚類調査・植生調査など他の調査時に得られた鳥類の情報についても記録を蓄積しておく。
なお、イヌワシ、クマタカについては、「滋賀県イヌワシ、クマタカ保護指針」(滋賀県自然保護課、平成14年7月)による。

4.3.4 小動物・両生類・は虫類調査

溪流には、オオサンショウウオ、モリアオガエルなどの両性類、は虫類、また、河川溪流に関係の深い小動物が生息している。本調査では、これらの小動物の種類および生息範囲などを調査する。

「水と緑の溪流づくり調査マニュアル(案)」p4

【解説】

- (1) 小動物については生活の痕跡(巣穴、排泄物、毛、足跡、生殖臭など)、両生類、は虫類については生体や卵を調べることで推定する。また、小動物については猟銃関係者、林業関係者から聞き取りを行う。
- (2) 調査は、鳥類調査と並行して調査することが効率的である。その際は、鳥類調査の線センサスルート周辺および定点観測地周辺で重点的に調査を行う。

4.3.5 昆虫調査

溪流には、オオサンショウウオ、モリアオガエルなどの両性類、は虫類、また、河川溪流に関係の深い小動物が生息している。本調査では、これらの小動物の種類および生息範囲などを調査する。

「水と緑の溪流づくり調査マニュアル(案)」p4

【解説】

- (1) 現地調査を実施する場合には、調査方法として、ピーティング、スイーピングなどによる採取、ペイントトラップなどによる捕集があるが、対象種の特性を考慮し、有効な手法を用いる。また、夜行性の昆虫については、その昆虫の活動時間などを考慮した採取方法（ライトアップ）を行う。
- (2) 調査は、鳥類調査と並行して調査することが効率的である。その際は、鳥類調査の線センサスルート周辺および定点観測地周辺で重点的に調査を行う。

第5節 砂防経済調査

5.1 砂防経済調査

<考え方>

砂防経済調査は、砂防関係事業等に係る費用便益分析等を行うことを目的として実施されるものである。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第10節-45

<関連通知等>

- 1) 国土交通省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領，国土交通省所管公共事業の再評価実施要領，平成23年4月1日，国土交通省。
- 2) 砂防事業等の新規事業採択時評価実施要領細目，砂防事業等の再評価実施要領細目，平成22年4月1日，国土交通省砂防部。
- 3) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針，平成21年6月，国土交通省。
- 4) 治水経済調査マニュアル(案)，平成17年4月，国土交通省河川局。

<参考となる資料>

- 1) 土石流対策事業の費用便益分析マニュアル(案)，平成24年3月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部。
- 2) 砂防事業の費用便益分析マニュアル(案)，平成24年3月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部。

河川砂防技術基準 調査編 H26.4 国土交通省 P-第17章 第10節-45

5.2 費用便益分析

砂防事業に関する費用便益分析は、砂防施設によってもたらされたる経済的な便益を計測することを目的に実施されるものであり、計画流域の資産および土地利用実態、今後の開発計画などを調査し、砂防工事の効果を把握する。

【解説】

砂防設備の整備による便益は、土砂災害などによって生じる直接的または間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加（便益）、土砂災害が減少することによる土地利用可能地拡大効果・産業立地進行効果に伴う便益、治水安全度の向上に伴う精神的な安心感、山地森林の保全効果などがあり（図 2.18 参照）、砂防施設は、社会経済活動を支える安全基盤として重要な施設であることがわかる。

しかしながら、各々の効果を整備すると図 2.18 に示したすべての効果は砂防設備の整備のみによる効果だけで発揮されるわけではない。

経済効果の評価は、「土石流対策事業の費用便益分析マニュアル（案）」（国土交通省水管理国土保全局砂防部平成 24 年 3 月）に基づいて行う。

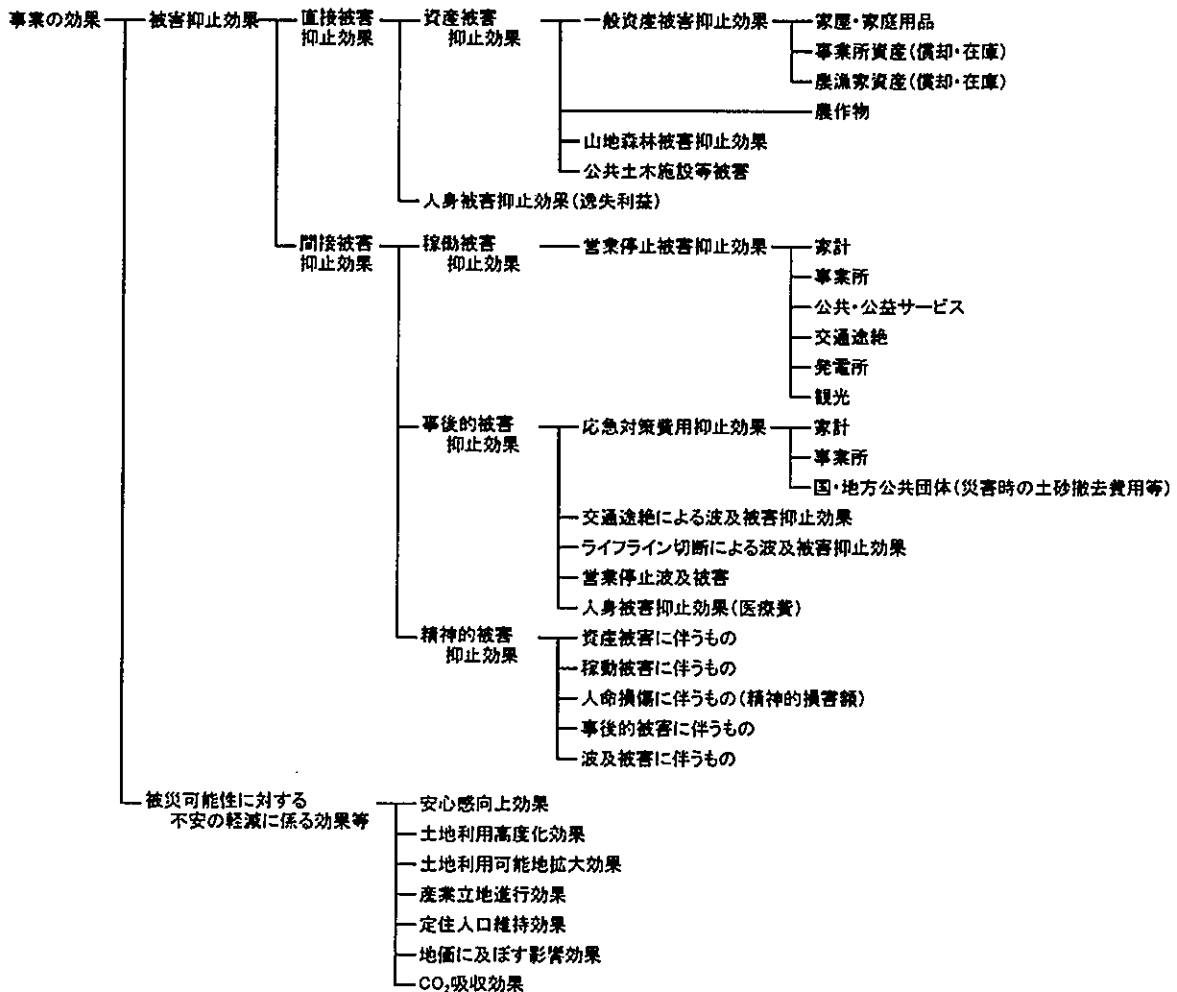


図 2.18 砂防事業の効果（土石流対策事業・水系砂防事業）

第6節 地質に関する調査

6.1 調査の範囲および方法

調査範囲は、基礎地盤などを考慮し、堰堤位置を選定するために実施するもので、相当幅広い範囲にわたって踏査し、谷の全般的な地質、成因などについて調査するものである。また、選定位置での設計および建設時に必要な情報を得るため、必要な調査を計画する。

【解説】

(1) 調査範囲

地質図の作成範囲は図 2.19 に示すように、想定される堆砂敷全域を含み、堰堤中心線より上流側および堰堤敷では想定される堆砂面よりそれぞれ山側へ 50～100m、下流側へは堆砂敷上流端までの距離の約半分について川の中心線よりそれぞれ山側へ 50～100m にわたる範囲を原則とし、他流域への漏水の危険性がある場合、材料調査を兼ねる場合、付近に大きな地質構造線が存在すると想定される場合などについては、必要な範囲まで拡大して実施する。

ボーリングを実施する場合は、想定される堰堤の基礎面付近に集中して配置するが、地質構造の配置や、地すべりの判定のためには必要な範囲にまで広げて実施する。

物理探査（弾性波探査など）を実施する場合は、測線がそれぞれ想定される堰堤の基礎面の外側へ少なくとも 50m は延長するように配置する。

堰堤計画の可能性を判断する段階で、地質平面図および横断図（場合によっては縦断図も）を作成する。

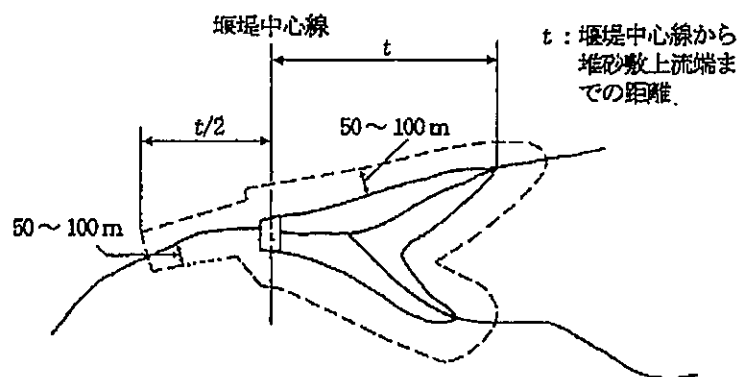


図 2.19 堰堤周辺の地質図作成範囲

堰堤位置に関しては、図 2.20 に示すように、平面的には最終的に決められた堰堤中心線から、下流側は堰堤敷から堰堤高相当分の長さ、上流側は堰堤高の 1/2 以上の長さが、それぞれ既知の地質条件となるように範囲を設定する。堰堤基礎に近接して大規模な地質構造線や異なる岩質の境界（不連続面）が存在すると推定される場合などは必要に応じ、これより外側まで調査するものとし、工事や湛水によって発生することが予測される地すべり、あるいは崩壊予想箇所および仮設備関連箇所についても、調査しておく必要がある。

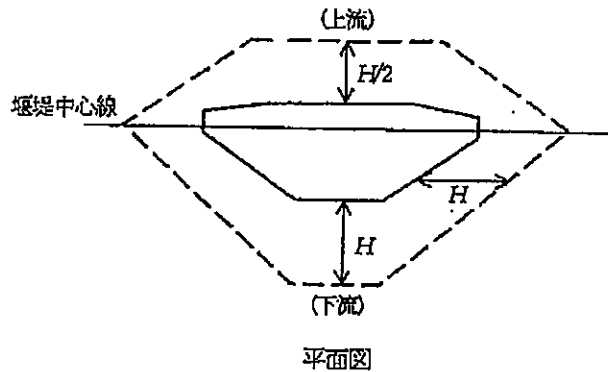


図 2.20 堰堤地点の地質調査範囲

(2) 調査方法

堰堤を計画する場合は必ず現地調査を実施し、溪床の露岩状況、岩質、地質構造物等について調査しなければならない。堰堤の規模による地質調査の選択基準を表 2.6 に示す。

概査においては、地表踏査、空中写真判読等を実施し、必要に応じてボーリング、物理探査等を併用する。

設計調査では岩盤内部を直接判定できるボーリングを主とし、その他得られた情報を集成するために詳細な地質調査を行うものとする。

表 2.6 堰堤の規模による地質調査の選択基準

| 堤 高 | 現地踏査(踏査) | ボーリング | | | | | 物理探査 | |
|------------------------------|----------|-------|--------|------|------|-----------|-------|------|
| | | 調査深度 | 標準貫入試験 | コア採取 | 注入試験 | クラウチングテスト | 弾性波探査 | 電気探査 |
| $H < 15\text{m}$ | ○ | $H/2$ | ○ | ○ | — | — | — | — |
| $H \geq 15\text{m}$ (Mダム) | ○ | H | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ |

○：必ず実施する。 △：必要により実施する。

6.2 岩級区分

計画・設計においては、基礎岩盤の岩級区分を行うものとする。

「砂防設計公式（マニュアル）」p77

【解説】

岩級区分は、岩片の硬軟、あるいは風化の程度、割れ目の頻度、割れ目の状態および夾材物の種類に基づいて岩盤を分類し、その良否を評価するものであり、地質調査と原位置試験および設計値の決定を結ぶ重要な作業であって、総合解析の主要な内容を占めるものである。

岩級区分の結果は地質断面図（水平、横断、縦断）に表示し、堅岩線の判定に用い、現位置試験の箇所もこの岩盤の岩級区分に基づいて選定される。

岩級区分を行う方法としては、肉眼観察、調査横坑間平均速度法や直接波法による弾性波探査の結果あるいは地表弾性波伝播速度と岩片の伝播速度との比（岩盤亀裂係数）による方法やボーリングの掘進速度、トルク量、コアの採取率、コアの割れ目の頻度、風化の程度などによる岩級区分が試みられる。

表 2.7 岩級区分の細部判断要素

| 区分要素 | 現象 | Class |
|--------|---|----------|
| 硬硬度 | ハンマーで火花が出る程度 | A、B |
| | ハンマーで強打して1回で割れる程度 | B、CH、CM |
| | ハンマーで崩せる程度 | CM、CL、D |
| 割れ目の間隔 | 50cm以上 | A、B |
| | 50～15cm | CH、CM、CL |
| | 15cm以下 | CM、CL、D |
| 割れ目の状態 | 密着し割れ目に沿って風化の跡がみられない | A、B、CH |
| | 密着、割れ目に沿って多少風化変質し、その面に薄い粘土物質が付着する。 | B、CH、CM |
| | 小さな（2mm程度）空隙を有する割れ目が発達しているか、あるいは割れ目に沿ってかなりの幅をもって風化変質し、割れ目には粘土物質を介在する。 | CM、CL |
| | 開口状 | CL、D |

表 2.8 ボーリングコアによる岩級区分

| 分類 | | 細区分の組合わせ | 摘用 |
|----|----|-----------------------|-------------|
| A | | A-I | 割れ目は新鮮 |
| B | | A-II (A-I) | |
| C | CH | A-II、III、B-I | 割れ目は密着状～開口状 |
| | CM | A-III、B-II | |
| | CL | A-III、IV、V、B-III、IV、V | |
| D | | Cクラスの全部の組合わせ | 割れ目は開口状 |
| E | | 表層堆積物 | |
| F | | 断層・破碎帯 | 粘土を伴う |

細区分のA, B, CとI～VIは次のとおりである。

・風化、硬さ

A：新鮮、堅硬

B：やや風化、やや軟質

C：非常に風化、非常に軟質

・ボーリングコアの形状

I：棒状 10cm以上

II：やや完全 10～5cm

III：半壊 5～3cm

IV：細壊 3～1cm

V：粉状 1cm以下

VI：粘土状

表 2.9 試錐コアによる岩級区分

| 分類 | | 細区分の組合わせ |
|----|----|---|
| A | | A I a、(A II a) |
| B | | A II a、A I b、(A III a)、(A II b)、B I a、(B II a) |
| C | CH | A II b、A III a、(A III b)、B I b、B II a、(B III b)、(B III a) |
| | CM | A I c、A II c、A III b、(A III c)、B III a、B III b、B I c、(C II b) |
| | CL | A III c、B II c、(B I c)、C II b、C III c |
| D | | (B II c)、(B III c)、C II c、C III c |
| F | | 断層、破碎帯のC III cを含む |

注) 細区分の組合わせ () は稀な組み合わせ
(細区分)

岩石の硬さ {
 A・・・堅 硬 ($Dc \geq 500$)
 B・・・やや堅硬 ($Dc = 500 \sim 200$)
 C・・・軟 質 ($Dc \leq 200$)
 注) Dc : 推定圧縮強度 (kg/cm^2)

平均コア長 {
 I・・・10cm 以上
 II・・・10~5cm
 III・・・5cm 以下

割れ目沿いの風化の程度 {
 a・・・新鮮
 b・・・やや風化変色している
 c・・・割れ目沿いに粘土をはさみ風化変色している

注) 割れ目の状態は、コアのみでは正確にはわからないので、それに近いものとしてコアでは風化変質の程度を用いた。

6.3 ボーリング調査

地質調査におけるボーリング調査は、原則としてロータリ式によりコアを採取して行うものとする。

ボーリング孔の配置や深度は、地質踏査の結果を考慮し、調査の目的に応じて決定するものとする。

「河川砂防技術基準（案）H9.10 同解説. 調査編」p434

【解説】

地質調査の精度を高め、岩種、硬さ、風化変質の程度、断層、破碎帯、亀裂の多少を調査し、室内試験用供試体を採取し、あるいは諸種の孔内試験を行うために、また、地表踏査や物理探査などを組み合わせて岩石や地層の空間広がりを確認するためにボーリング調査を行う。

地質調査用のボーリングは原則としてロータリ式によってコアを採取し、孔径は 66mm を原則とする。

また、調査用のボーリングは原則として、ダイヤモンドクラウンでダブルコアチューブを用いコアの採取率をあげるようにしなければならない。

ボーリング調査の結果は作業日報および柱状図として整理する。また採取したコアは整理して工事および検査が終了するまですべて保存しておく。

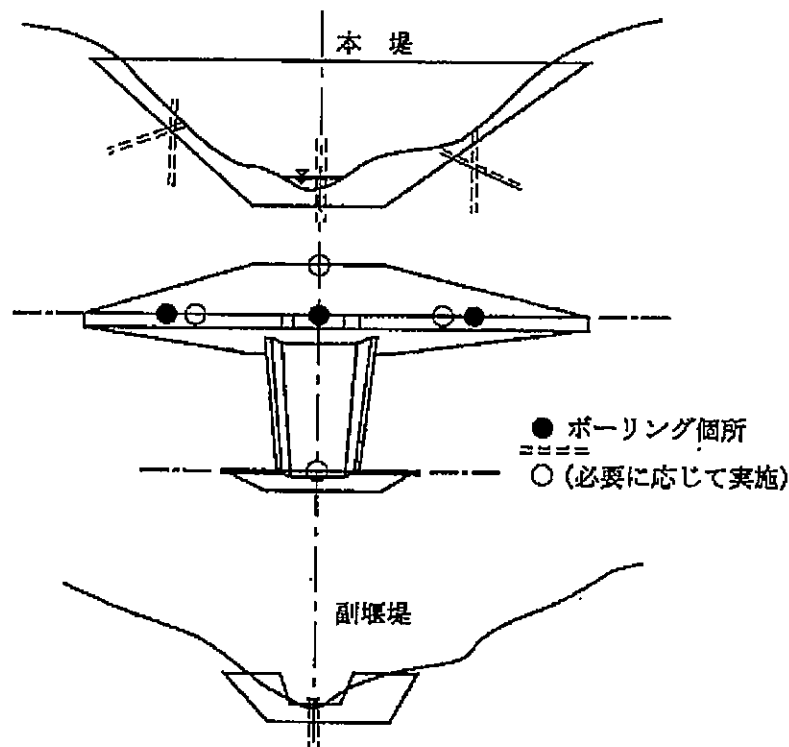


図 2.21 ボーリング調査位置図

◎参考：ボーリングの調査深度について

砂防堰堤の設計調査においてボーリング調査を実施する場合のボーリング深さは、原則として堰堤高（ H ）に応じて決定する。堰堤（ $H < 15\text{m}$ ）の場合、堰堤基礎から堰堤高（ H ）の $1/2$ 以上が既知の地質条件となるように範囲を設定する。一方、ハイダム（ $H \geq 15\text{m}$ ）の場合には、ボーリング深さは堰堤基礎から堰堤高（ H ）までとする。

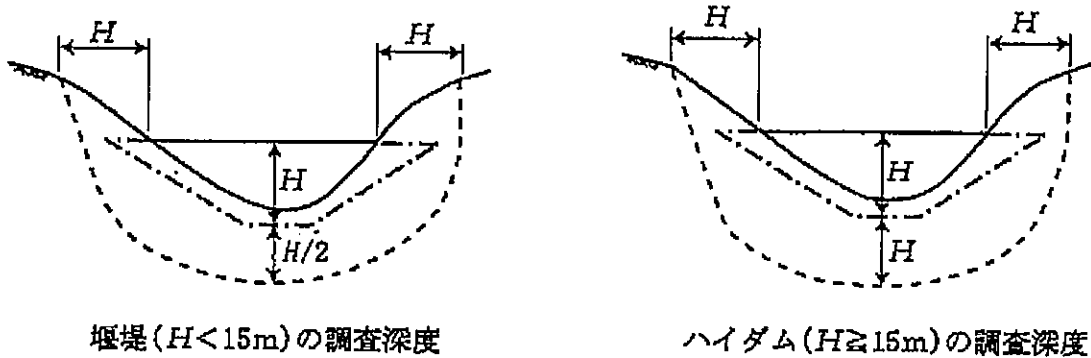


図 2.22 ボーリングの調査深