

調査編

第17章 砂防調査

目次

第1節	総説	1
第2節	基礎的な調査	2
2.1	計画基準点等	2
2.2	地形、地質、社会状況等に関する調査	3
2.2.1	地形調査	3
2.2.2	水系図	3
2.2.3	溪流現況調査	4
2.2.4	地質・土質調査	5
2.2.5	社会状況等に関する調査	6
2.2.6	施設の現況	6
第3節	短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査	6
3.1	総説	6
3.2	土砂・洪水氾濫対策のための調査	6
3.2.1	水文・水理に関する調査	6
3.2.2	土砂生産に関する調査	8
3.2.3	土砂流出に関する調査	12
3.2.4	土砂・洪水氾濫実態把握に関する調査	17
3.3	土石流・流木対策のための調査	18
3.3.1	降雨量・土石流諸元調査	19
3.3.2	生産土砂量・流出土砂量調査	21
3.3.3	流下許容土砂量調査	23
3.3.4	土石流実態把握に関する調査	24
3.3.5	流木の発生・堆積・流出等に関する調査	26
3.4	土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査	30
第4節	中期（土砂流出活発期）土砂流出対策のための調査	31
4.1	総説	31
4.2	中期土砂流出対策のための調査	32
4.2.1	水文・水理に関する調査	32
4.2.2	土砂生産に関する調査	32
4.2.3	土砂流出に関する調査	33
4.2.4	中期土砂流出実態把握に関する調査	35
第5節	長期（土砂流出継続期）土砂流出対策のための調査	35
5.1	総説	35
5.2	長期土砂流出対策のための調査	36
5.2.1	水文・水理に関する調査	36
5.2.2	土砂生産に関する調査	36
5.2.3	土砂流出に関する調査	37
5.2.4	長期土砂流出実態把握に関する調査	37
第6節	火山砂防のための調査	37

6. 1	総説.....	37
6. 2	平常時に実施する調査.....	38
6. 2. 1	ハード対策に関する調査.....	38
6. 2. 2	ソフト対策に関する調査.....	39
6. 2. 3	緊急ハード対策に関する平常時の調査.....	40
6. 2. 4	緊急ソフト対策に関する平常時の調査.....	40
6. 3	緊急時に実施する調査.....	41
6. 3. 1	火山噴火時等緊急時の対策に関する調査.....	41
第7節	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策のための調査.....	43
7. 1	総説.....	43
7. 2	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策の基本方針策定のための調査.....	43
7. 2. 1	蓋然性の高い深層崩壊現象の検討のための調査.....	43
7. 2. 2	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害被害想定実施箇所の絞り込みのための調査.....	48
7. 2. 3	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害の被害想定のための調査.....	52
7. 3	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害が予測できる場合に事前に行うハード対策のための調査.....	54
7. 4	深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害に対するソフト対策のための調査.....	55
7. 5	天然ダム形成後の緊急対策に関する調査.....	55
7. 5. 1	天然ダム形成前から実施する緊急対策に関する調査.....	55
7. 5. 2	天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査.....	56
7. 5. 3	天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査.....	57
7. 6	深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査.....	58
第8節	土砂災害に対するソフト対策のための調査.....	59
8. 1	総説.....	59
8. 2	警戒避難体制の整備のための調査.....	59
8. 3	土砂災害防止法に基づく緊急調査.....	60
8. 3. 1	火山噴火に起因する降灰後の土石流に関する緊急調査.....	60
8. 3. 2	河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流に関する緊急調査.....	63
第9節	環境調査.....	65
9. 1	総説.....	65
9. 2	社会環境調査.....	65
9. 3	自然環境調査.....	66
9. 4	継続的な環境調査.....	69
第10節	砂防経済調査.....	69
10. 1	総説.....	69

適用上の位置付け

河川砂防技術基準調査編は、基準の適用上の位置付けを明確にするために、下表に示すように適用上の位置付けを分類している。

分 類		適用上の位置付け	末尾の字句例
考え方	技術資料	●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	技術基準	●法令による規定や技術的観点から実施すべきであることが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	技術基準	●特段の事情がない限り記述に従い実施すべきだが、状況や条件によって一律に適用することはできない事項。	「…を標準とする。」 「…を基本とする。」 「…による。」
推 奨	技術資料	●状況や条件によって実施することが良い事項。	「…望ましい。」 「…推奨する。」 「…務める。」 「…必要に応じて…する。」
例 示	技術資料	●適用条件や実施効果について確定している段階ではないが、状況や条件によっては導入することが可能な新技術等の例示。 ●状況や条件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。」

関連通知等	関連する通知やそれを理解する上で参考となる資料
参考となる資料	例示等に示した手法・内容を理解する上で参考となる資料

第17章 砂防調査

第1節 総説

＜考え方＞

本章は、土砂災害発生機構・土砂移動現象の把握・分析、砂防基本計画の策定、砂防設備等の設計、総合的な土砂管理の検討、及び火山噴火時等における緊急的な対応を実施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及び流出する土砂・流木に関する調査、ソフト対策調査と環境調査等の技術的事項を定めるものである。

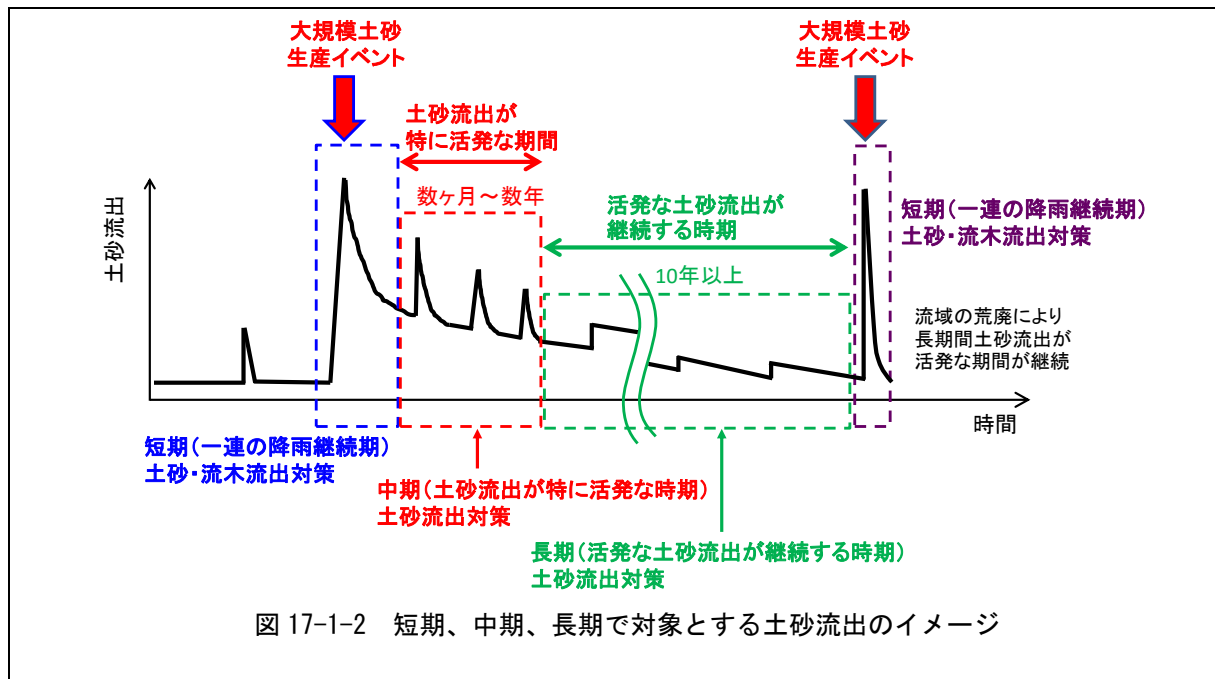
＜標準＞

砂防基本計画は、短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策、中期（土砂流出活発期）土砂流出対策、長期（土砂流出継続期）土砂流出対策、火山砂防地域における土砂災害対策、深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策からなり、対象流域等における様々な形態、時間スケールの災害を引き起こす計画規模内のあらゆる土砂流出現象を対象としたものである。砂防基本計画と現象が生じる時間スケール、保全対象の位置等の対策の目的の関係は、図 17-1-1 に示すとおりである。対象とする現象が生じる時間スケールは、短期、中期、長期の 3 期間に細分され、それぞれにおいて対象とする土砂流出のイメージは、図 17-1-2 に示すとおりである。

このため、基礎的な調査により対象現象を明確にし、それぞれの計画及び対策に適した調査を実施することを標準とする。また、計画が対象とする現象により、生産土砂量や流出土砂量等の計画で対象とする土砂量が異なる場合があることに注意が必要である。さらに、短期土砂・流木流出対策、中期土砂流出対策、長期土砂流出対策や総合的な土砂管理の検討等に関する調査においては、下流との関係を考慮しながら、実施することに注意する。

		保全対象の位置			
対象とする期間		土石流危険渓流等 にある保全対象	扇状地・谷底平野 にある保全対象	沖積平野にある 保全対象	貯水池
	短期 (一連の降雨)	A. 短期(一連の降雨継続期)土砂流出による土砂災害対策計画 A-2. 土石流・流木対策計画 A-1. 土砂・洪水氾濫対策計画 A-3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画			
	中期 (数年まで)		E. 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策計画		
	長期 (10年以上)		B. 中期(土砂流出活発期)土砂流出対策		
			C. 長期(土砂流出継続期)土砂流出対策		

図 17-1-1 砂防基本計画と現象が生じる時間スケール、保全対象等の対策の目的の関係
(火山砂防地域における土砂災害対策計画は除く)



第2節 基礎的な調査

2. 1 計画基準点等

<考え方>

計画基準点・補助基準点は、短期土砂・流木流出対策、中期土砂流出対策、長期土砂流出対策、火山砂防地域における土砂災害対策、深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策で扱う土砂・流木量等を決定し、計画降雨、土砂処理計画、施設配置計画の検討・策定のために設定する地点である。

<標準>

計画基準点等については、それぞれの土砂移動現象別に河川砂防技術基準（計画編）基本計画編第3章2.2～2.6に記載している。

- 2.2 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策計画に関する基本的な事項
- 2.3 中期（土砂流出活発期）土砂流出対策計画に関する基本的な事項
- 2.4 長期（土砂流出継続期）土砂流出対策計画に関する基本的な事項
- 2.5 火山砂防地域における土砂災害対策計画に関する基本的な事項
- 2.6 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策計画に関する基本的な事項

計画基準点等の調査は、これらを設定するために実施することを標準とする。また、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。

2. 2 地形、地質、社会状況等に関する調査

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、短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策調査等の本節以降の調査の基礎資料とするため、地形図、空中写真、航空レーザ測量

結果等を基に、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等がある。資料調査は、既存の地形図、空中写真等を用いて地形を把握する。また、現地調査は、現地踏査、測量を行い、地形を把握する。航空レーザ測量では、測量結果から作成した数値標高モデル等を用いた解析により地形を把握する。

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。また、数値標高モデルから平均曲率を算出するなどして斜面形状を把握することができる。

＜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.
- 3) 西田顕郎，小橋澄治，水山高久：数値地形モデルに基づく地震時山腹崩壊斜面の地形解析，砂防学会誌，Vol. 49 No. 6，1997.

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。

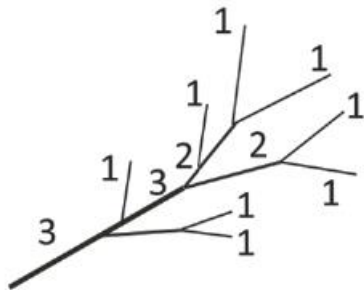


図17-2-1 谷の次数区分

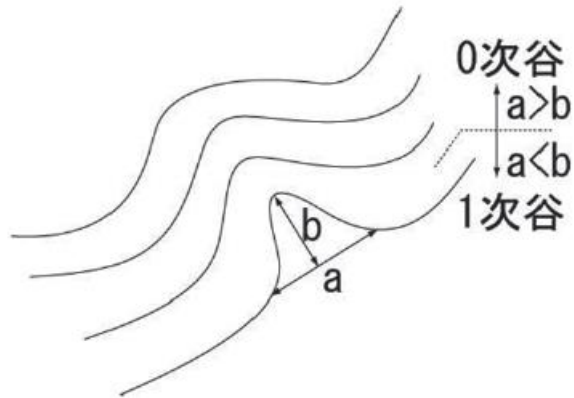


図17-2-2 1次谷の判定

<例 示>

水系図について、航空レーザ測量で取得した高解像度 DEM を利用して GIS の空間解析機能により谷筋を抽出する手法がある。

<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.

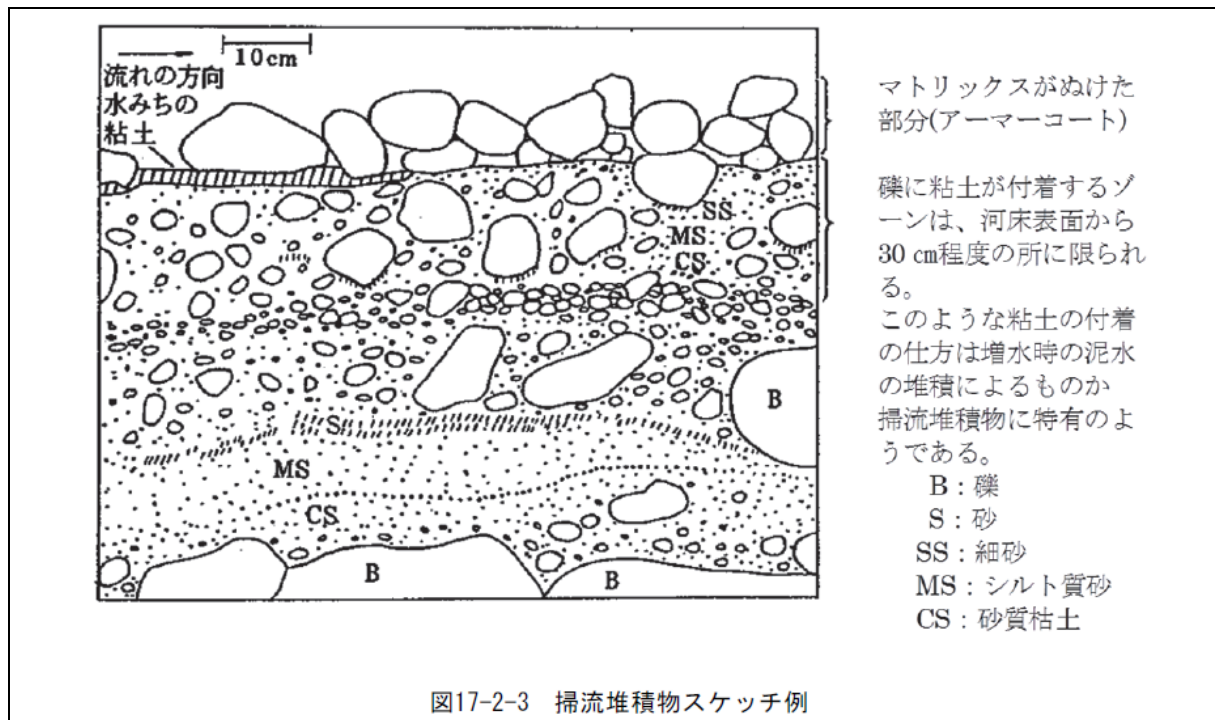
また、高解像度 DEM と GIS の空間解析機能により谷筋を抽出した事例として、下記の資料が参考となる。

- 2) 坂井佑介，敦賀屋研次郎，鶴見栄臣，大野亮一：DEM を利用した溪流の面的形状の把握，砂防学会誌，Vol66 No2，pp. 64-68，2013.

2. 2. 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（2. 2. 2 水系図による）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 17-2-3 に示す。



2. 2. 4 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。

<参考となる資料>

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。

- 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.

また、地質・土質調査結果を設計、施工等の各段階で利用可能な地質・土質モデルとして3次元空間に配置する手法等については、下記の資料が参考となる。

- 2) BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第3編砂防及び地すべり対策編，令和4年3月，国土交通省.

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.

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・流木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、要配慮者利用施設、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。

2. 2. 6 施設の現況

＜標準＞

土砂・流木の流出に対する計画の検討にあたっては、既存施設の整備状況を把握することが重要である。このため、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。

第3節 短期（一連の降雨継続期）土砂・流木流出対策のための調査

3. 1 総説

＜考え方＞

短期土砂・流木流出対策のための調査は、山地域からの流出土砂に伴う河床上昇等により引き起こされる土砂・洪水氾濫、土石流危険渓流において生じる土石流・流木、山地流域からの流出した流木により河積が阻害されること等により引き起こされる土砂・洪水氾濫を対象として実施するものである。

＜標準＞

短期土砂・流木流出対策のための調査は、土砂・洪水氾濫対策のための調査と、土石流・流木対策のための調査、土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査を行うことを標準とする。

災害調査は、第10章 災害調査に即して実施することを標準とし、調査の細部については、本節3. 2. 4 土砂・洪水氾濫実態把握に関する調査、3. 3. 4 土石流実態把握に関する調査、3. 3. 5（4）、3. 4（5）流木実態把握に関する調査等によるものとする。

3. 2 土砂・洪水氾濫対策のための調査

3. 2. 1 水文・水理に関する調査

（1）降雨量調査

＜考え方＞

降雨量調査は、土砂・洪水氾濫対策計画の計画規模の設定、計画生産土砂量・計画流出土砂量を設定するために必要となる降雨量と生産土砂量・流出土砂量との関係把握、土砂処理計画の策定に必要な流出解析のために実施するものである。

＜標準＞

降雨量調査は、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、土砂・洪水氾濫を引き起こす一連の降雨継続期間を勘案した上で、保全対象ごとに降雨の量、時間分布及び空間分布の3要素について調査することを基本とする。また、収集したデータは水文統計解析により、年超過確率の評価を行う。なお、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。

＜推 奨＞

流域全体の降雨分布・降雨波形は、過去の実績を基に決定することが望ましい。また、自記雨量計のデータは、流域内の降雨分布が外挿とならないように流域内及びその周辺のデータを収集する。なお、土砂・洪水氾濫の要因となる土石流や斜面崩壊の発生と降雨との関係分析のために、可能な限り時間分解能の細かな雨量データを収集・保存することが望ましい。流域内の重要な個別流域には自記雨量計を設置し、流砂観測データとともに整理・分析することにより、降雨－水流出－土砂流出の関係を分析することが望ましい。

＜例 示＞

洪水波形については、収集した降雨データから、本節 3. 2. 1（3）に示す流出解析により求めることができる。

（２） 水位・流量調査

＜考え方＞

水位・流量調査は、計画生産土砂量・計画流出土砂量の設定に必要となる流量と生産土砂量・流出土砂量との関係把握、土砂処理計画の策定に必要となる流出解析・河床変動計算・氾濫解析のために実施するものである。

なお、重点的に対策を実施する流域や対象流域全体を代表するような地点に水位・流量観測施設等を設置するなどして、平時から対象流域の水位・流量を観測する体制を整えることが望ましい。

＜標 準＞

水位・流量調査は、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。また、土砂が移動するような比較的大きな降雨後には、流量観測地点以外で痕跡水位調査を実施するとともに、計画基準点よりも下流で取得されている水位・流量データを収集することを標準とする。

＜推 奨＞

観測候補箇所周辺に砂防堰堤等の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、山地流域の洪水流量は急激に変化するため、可能な限り時間分解能の細かな流量データを得る事が望ましい。なお、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＞

流量観測については、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.

また、痕跡水位からピーク流量を算出する手法については、以下の資料が参考となる。

- 3) 池田暁彦：溪流調査の目的と土石流の実態調査，砂防学会誌，Vol. 73 No. 2，pp. 61-65，2020.

(3) 流出解析

<考え方>

流出解析は、溪流及び山地河道における水の流出特性・変動特性の再現・予測、土砂処理計画の策定に必要となる河床変動計算に使用するハイドログラフの設定のために実施するものである。

<標準>

流出解析モデルは、溪流及び山地河道における水の流出特性・変動特性及び河床変動計算を実施する際に境界条件として与える河道への流入ハイドログラフを十分な精度で再現できるモデルを用いる。また、流出解析において用いるパラメータは、可能な範囲で降雨規模の大きい豪雨時の観測結果に関して再現性が確認されたものを用いることを標準とする。

<例示>

下流域等で河川整備基本方針流量が定められている場合、流出解析手法及び用いるパラメータは、河川整備基本方針流量の設定手法を用いても良い。また、流出解析手法及び用いるパラメータは、降雨条件によらず、共通としてもよいが、河川整備基本方針流量の設定手法を用いた場合に上流域の再現性が十分に確保されない場合等においては、1つの流域で複数の流出解析手法及びパラメータを用いても良い。ただし、河川整備基本方針等でパラメータを定める部分流域が流出特性等を把握したい単位となる流域よりも大きいと、当該流域の流出特性を十分に反映できていない可能性がある。この場合は、当該流域内における流出特性や降雨波形の空間的な違いを十分に反映できるように部分流域をさらに細分化した上でパラメータを検証する必要がある。

<参考となる資料>

流出解析で用いる式については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土木学会水工学委員会水理公式集編集小委員会：水理公式集（2018年版），土木学会，2019.

また、土砂・洪水氾濫における流出解析の考え方については、下記の資料が参考となる。

- 2) 内田太郎，小松美緒，坂井佑介：河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する砂防施設配置検討の手引き（案），国土技術政策総合研究所資料，第1048号，2018.

3. 2. 2 土砂生産に関する調査

(1) 土砂生産に関する調査の基本

<標準>

土砂・洪水氾濫対策のための土砂生産に関する調査は、山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量及び既崩壊拡大見込み土砂量並びに既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するもの、河床等に堆積している土砂量のうち二次侵食を受けるものを対象として行うことを標準とする。また、調査にあたっては、生産される土砂の量及び質（粒径）、一連の降雨継続期間における土砂生産のタイミングを把握することを標準とする。なお、流木については、土砂とは別に流木として算定・見積もることとし、流木調査は、本節 3.4 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査を参照する。

① 山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量及び既崩壊拡大見込み土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査

<標準>

山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量及び既崩壊拡大見込み土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査は、新たに生じる山腹斜面及び溪岸・河岸における表層崩壊及び深層崩壊、地すべりによる土砂生産、既存の崩壊地からの拡大崩壊による土砂生産を対象とすることを標準とする。

② 既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査

<標準>

既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査は、過去の出水時に新規崩壊及び拡大崩壊によって生産された土砂のうち、流域内に残存している土砂を対象とすることを標準とする。

③ 河床等に堆積している土砂量のうち二次侵食を受けるものに関する調査

<標準>

河床等に堆積している土砂量のうち二次侵食を受けるものに関する調査は、過去の出水時の実績の溪床・溪岸侵食土砂もしくは今後流出すると想定される溪床・溪岸堆積土砂を対象とすることを標準とする。

（２） 生産土砂量調査**<考え方>**

生産土砂量の調査は、計画生産土砂量の設定、土砂処理計画の策定に必要な河床変動計算の供給土砂量の設定のために実施するものである。

① 山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量及び既崩壊拡大見込み土砂量に関する調査

<標準>

山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量及び既崩壊拡大見込み土砂量に関する調査では、現地調査、空中写真、航空レーザ測量結果等を併用して、既往の災害における表層崩壊、深層崩壊、地すべりによる生産土砂量を算出することを標準とする。また、崩壊が的確に推定できる場合は、崩壊地等で生産される土砂量を生産土砂量とすることを標準とする。既往の大規模な災害がなく、崩壊が的確に推定できない場合は、1次谷の最上端から流域の最遠点までの流路沿いの土砂量を生産土砂量とすることを標準とする。

<推 奨>

既往の災害における表層崩壊、深層崩壊、地すべりによる生産土砂量を算出した結果については、計画規模の対象降雨における生産土砂量を推定するために、降雨量及び流量との関係を整理しておくことが望ましい。

<例 示>

土砂生産が生じるような豪雨の前後の航空レーザ測量結果の差分解析により、生産土砂量が把握できる。また、空中写真による崩壊地の判読と崩壊面積の計測及び現地調査による崩壊深の測定結果から崩壊土砂量を推定する手法等がある。

<参考となる資料>

航空レーザ測量結果の差分解析の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 松岡暁，山越隆雄，田村圭司，長井義樹，丸山準，小竹利明，小川紀一郎，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.

また、空中写真の判読により生産土砂量を把握した事例としては、下記の資料が参考となる。

- 2) 栢木敏仁：生産土砂調査としての崩壊実態調査，砂防学会誌，Vol. 57 No. 1，pp. 62-66，2004.

また、表層崩壊については、下記の資料が参考となる。

- 3) 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.

② 既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査

<標 準>

既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するものに関する調査は、現地調査、空中写真、航空レーザ測量結果等を併用して、流域内の崩壊残土量を算出することを標準とする。

<例 示>

災害前後の航空レーザ測量結果や空中写真を用いて、斜面崩壊を発生域・流下域・堆積域に分類し、差分解析により堆積域の土砂量を算出することで、流域内の崩壊残土量を推定することができる。また、現地調査や空中写真を用いて把握した複数地点の崩壊土砂量と崩壊残土量から崩壊残土率を設定することで、流域内の崩壊残土量を算出することも可能である。

③ 河床等に堆積している土砂量のうち二次侵食を受けるものに関する調査

<標 準>

河床等に堆積している土砂量のうち二次侵食を受けるものに関する調査は、現地調査、空中写真、航空レーザ測量結果等を併用して、過去の出水時における溪床・溪岸侵食土砂量を算出することを標準とする。また、今後流出すると想定される溪床・溪岸堆積土砂量を算出する場合は、谷次数に応じた流路沿いの侵食可能土砂量を算出することを標準とする。

<推 奨>

過去の出水時における溪床・溪岸侵食土砂量を算出した結果については、計画規模の対象降雨における溪床・溪岸侵食土砂量を推定するために、降雨量及び流量との関係を整理しておくことが望ましい。

<例 示>

出水時の実績の溪床・溪岸土砂侵食量に関する調査においては、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生産土砂量を求める手法がある。今後流出すると想定される溪床堆積土砂量に関する調査においては、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、各測点の溪床堆積土砂量を算出し、その量を河道距離に対してプロットして溪床堆積土砂量図に整理する方法等もある。

<参考となる資料>

航空レーザ測量結果の差分解析の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 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.

(3) 生産土砂の粒径調査**<考え方>**

生産土砂の粒径調査は、土砂処理計画の策定に必要なとなる河床変動計算の条件設定、及び砂防設備の基本諸元の設定に必要な基礎資料を得るために実施するものである。

<標 準>

生産土砂の粒径調査は、粒度分布、比重、空隙率等の調査を行うことを標準とする。生産土砂の粒径とは、生産土砂として溪流に流出するものであり、溪流の河床材料や流出・堆積土砂とは異なるため、溪流の河床材料との違いを把握することも重要である。

<推 奨>

粒度分布の調査手法には、表層材料を対象とした表面サンプリング法、表層材料の下層も対象とした容積サンプリング法がある。表面サンプリング法には線格子法や面積格子法がある。土砂・洪水氾濫対策計画の検討では、流れの中における細粒土砂の影響から河床のアーマコートの形成や破壊等、幅広い粒径の土砂を取り扱うことから、容積サンプリング法もしくは線格子法と容積サンプリング手法を組み合わせた手法を実施することが望ましい。

<参考となる資料>

粒度分布の調査手法については、下記の資料が参考となる。

- 1) 村上正人：河床材料調査，砂防学会誌，Vol. 71 No. 6，pp. 59-63，2019.

溪床堆積物の空隙率の調査については、下記の資料が参考となる。

- 2) 丸井英明，小橋澄治，仲野公章：土石流発生の場合とその条件(3) 土石流発生源の溪床堆積物の密度及び剪断強度特性について，砂防学会誌，Vol. 31 No. 2 pp1-8，1978.

(4) 土砂生産のタイミング

<標準>

一連の降雨継続期間における土砂生産のタイミングは、周辺住民によるヒアリング調査、支川と本川と土砂堆積状況の違い、流砂水文観測によって把握することを標準とする。

<参考となる資料>

土砂生産のタイミングを調査し、河床変動計算に活用した検討事例として、下記の資料が参考となる。

- 1) 栢木敏仁, 水山高久, 佐藤一幸, 村上正人: 土砂生産のタイミングを考慮した土砂生産・流出に関する研究, 砂防学会誌, Vol. 59 No. 5, pp. 15-22, 2007.

3. 2. 3 土砂流出に関する調査**(1) 土砂流出に関する調査の基本****<標準>**

土砂流出に関する調査は、流出土砂量、河床変動量、河床材料及び流出・堆積土砂の粒径を対象に実施することを標準とする。また、河床変動計算を実施することを標準とする。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、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。

(2) 流出土砂量調査**<考え方>**

流出土砂量に関する調査は、計画流出土砂量の設定、土砂処理計画の策定に必要な河床変動計算の検証に用いる実績データの把握、総合土砂管理手法の検討のために実施するものである。

<標準>

流出土砂量調査は、現地調査、航空レーザ測量によって行うことを標準とする。

現地調査は、調査対象区間の適当な箇所に調査のための砂防堰堤が得られる場合に、その砂防堰堤への流入土砂量を平面的に測量して、その地点における流出土砂量を求めることを標準とする。なお、砂防堰堤やダム等の施設に堆積した土砂を調査し、流出土砂量に関する情報を得る方法全般については、第 16 章 総合的な土砂管理のための調査 2. 3. 2 施設等に堆積した土砂の調査による粒径集団別土砂移動量の時間積分値（一定期間の総和）の把握を参照されたい。

航空レーザ測量は、2 時期の航空レーザ測量結果の差分解析によって流出土砂量を算出することを標準とする。ただし、本節 3. 2. 2 (2) で調査する生産土砂量及び 3. 2. 3 (3) で調査する河床変動量と二重計上しないように留意する。

<推奨>

流出土砂量の調査で得られた成果は、砂防設備による流出土砂量の調節効果の把握や、その調節効果を向上させるための砂防設備の改良に資するための基礎資料とすることが望ましい。

<参考となる資料>

航空レーザ測量結果の差分解析の事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 松岡暁, 山越隆雄, 田村圭司, 長井義樹, 丸山準, 小竹利明, 小川紀一郎, 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.

(3) 河床変動量調査**<考え方>**

河床変動量に関する調査は、土砂処理計画の策定に必要な河床変動計算の検証に用いる実績データの把握、総合土砂管理手法の検討のために実施するものである。

<標準>

河床変動量調査は、現地調査、航空レーザ測量によって行うことを標準とする。

現地調査は、縦横断測量を行うものとし、2時期の同一測線における縦横断測量結果を比較することで河床変動量を算出するとともに、調査対象区間内の流砂量観測結果、及び縦横断測量結果を用いてその地点の全流砂量を推定することを標準とする。

航空レーザ測量は、2時期の航空レーザ測量結果の差分解析によって河床変動量を算出することを標準とする。ただし、本節3.2.2(2)で調査する生産土砂量及び3.2.3(2)で調査する流出土砂量との関係に留意する。

<推奨>

河床変動量の調査結果は、期間当たりの流砂量、及び比流砂量（流域面積当たりの流出土砂量）について整理することが望ましい。

また、現地調査では、出水前後の河床変動量のみならず、出水期間中の河床変動の時系列変化に着目して実施することが望ましい。

(4) 河床材料及び流出・堆積土砂の粒径調査**<考え方>**

河床材料及び流出・堆積土砂の粒径調査は、土砂処理計画の策定に必要な河床変動計算の条件設定、及び砂防設備の基本諸元の設定に必要な基礎資料を得るために実施するものである。

<標準>

河床材料及び流出・堆積土砂の粒径調査は、粒度分布、比重、空隙率等の調査を行うことを標準とする。

<推奨>

土砂・洪水氾濫対策計画の検討では、流れの中における細粒土砂の影響から河床のアーマコートの形成や破壊等、幅広い粒径の土砂を取り扱うことから、容積サンプリング法もしくは線格子法と容積サンプリング手法を組み合わせた手法を実施することが望ましい。

<参考となる資料>

粒度分布の調査手法については、下記の資料が参考となる。

1) 村上正人：河床材料調査，砂防学会誌，Vol. 71 No. 6，pp. 59-63，2019.

渓床堆積物や河床材料の空隙率の調査については、下記の資料が参考となる。

2) 丸井英明，小橋澄治，仲野公章：土石流発生の場合とその条件(3) 土石流発生源の渓床堆積物の密度及び剪断強度特性について，砂防学会誌，Vol. 31 No. 2 pp1-8，1978.

3) 竹林洋史，藤田正治，上戸亮典，佐本佳昭：砂州における河床強度の空間分布特性と土砂の物理特性との関係，河川技術論文集，Vol. 18 pp. 119-124，2012.

- 4) 林勇輔, 内田龍彦, 濱田隆敬, 堀博幸, 加國奈緒子: 土石流堆積土の空隙率推定方法とオイラー型堆積モデルの適用性, 河川技術論文集, 第 27 巻, pp. 673-678, 2021.

(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、変動特性を把握して河床変動計算モデルの適用性を確認する等のために必要に応じて実施するものである。流砂の要因を明らかにするため水位計、流速計を同地点に設置することが必要である。

なお、近年様々な流砂観測のための機器や手法が開発されており、調査にあたっては最新の観測技術等を積極的に活用することが望ましい。

<標準>

掃流砂調査の方法は、掃流砂捕捉機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、採水器等の直接的調査法と濁度計による観測等の間接的調査法を標準とする。観測地点は、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とし、水位計や流速計を設置して実施することを標準とする。

<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）, 国土技術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.

(6) 流砂量調査結果のまとめ

<標準>

流砂量調査結果は、調査位置等の諸元、水位計や流速計の観測結果とともに整理し、土砂動態の実態把握を行うために取りまとめることを標準とする。

(7) 河床変動計算

<考え方>

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・変動特性の再現・予測、土砂処理計画の策定のために実施するものである。

- ① 河床変動計算の方法

<標準>

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等の特徴を有するため、河床変動計算は、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ことを標準とする。流砂の形態については、掃流砂、浮遊砂、掃流状集合流動及び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。

<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等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

浮遊砂量は流速分布と濃度分布の積を基準面から水面まで積分して算定する

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、芦田・藤田の式

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等に関する蓄積されつつある知見等も適宜参考とするが、下記の参考となる資料の手法に限らず、それぞれの対象地域・現象の特性や最新の計算技術の進展等を踏まえた適切な手法を適用して実施することが重要である。

＜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については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土木学会水工学委員会水理公式集編集小委員会：水理公式集（2018 年版），土木学会，2019.
- 2) 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.
- 3) 河村三郎：土砂水理学 1（POD 版），森北出版，2005.
- 4) (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.
- 5) 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.
- 6) 芦田和男，江頭進治，中川一：21 世紀の河川学：安全で自然豊かな河川を目指して，京都大学学術出版会，2008.

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については、下記の資料が参考となる。

- 7) 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については、下記の資料が参考となる。

- 8) 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については、下記の資料が参考となる。

- 9) 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については、下記の資料が参考となる。

- 10) 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.

豪雨時の土砂生産をとまなう河床変動計算手法については、下記の資料が参考となる。

- 11) 蒲原潤一，内田太郎，丹羽諭，松本直樹，桜井亘：豪雨時の土砂生産をとまなう土砂動態解析に関する留意点，国土技術政策総合研究所資料第 874 号，2015.

② 河床変動計算による流出土砂量、河床変動量の算出

<標準>

流出土砂量は、河床変動計算を行って算出した流砂量を、時間で積分した値とすることを標準とする。また、河床変動量は、河床変動計算による最終河床位から算出することを標準とする。なお、山地流域では土砂が非平衡的に移動するため、河床変動計算を行うに当たり、土砂生産の条件がその計算結果に影響を与えることに留意する。なお、流木については、土砂とは別に流木として算定・見積もることとし、流木調査は、本節 3.4 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査を参照する。

③ 河床変動計算の検証

<標準>

河床変動計算の検証は、算出した流出土砂量が妥当であるかを検証するとともに、本調査の結果に基づき総合的な土砂管理を検討することを目的として行うことを標準とする。

検証にあたっては、(1)～(6)で実施した流出土砂量、河床変動量、流出・堆積土砂の粒径、流砂観測結果との整合性を分析することを標準とする。

<推奨>

河床変動計算の検証にあたっては、計算期間中の河床変動の時系列変化にも着目し、対象地域において実際に起こりうる現象と整合しているか確認することが望ましい。

3.2.4 土砂・洪水氾濫実態把握に関する調査

<考え方>

土砂・洪水氾濫実態把握に関する調査は、土砂・洪水氾濫による被害の実態把握、土砂・洪水氾濫実態の再現・予測、土砂処理計画の策定のために実施するものである。なお、本節 3.2.1～3.2.3のうち必要な調査を併せて実施し、土砂・洪水氾濫の発生に至った時系列変化を可能な限り把握できるよう努めることが重要である。

<標準>

土砂・洪水氾濫実態に関する調査では、土砂・洪水氾濫の影響範囲、土砂の堆積状況、土砂・洪水氾濫被害を把握することを標準とする。また、氾濫解析を実施することを標準とする。

<例示>

発生した土砂災害について、斜面崩壊や土石流とともに、土砂・洪水氾濫の発生状況等を調査した事例がある。

また、土砂・洪水氾濫の発生に至った時系列変化を把握するため、必要に応じて近傍に設置されている水位計等の観測データの収集、出水期間中の河床変動の時系列変化に着目した調査、土砂生産のタイミングの地域住民への聞き取り等を行うことが考えられる。

<関連通知等>

- 1) 土砂災害発生後のデータ収集について、令和3年11月16日、国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画調整官事務連絡。

<参考となる資料>

斜面崩壊や土石流とともに、土砂・洪水氾濫の発生状況等を調査した事例としては、下記の資料が参考となる。

- 1) 坂井佑介, 山田友, 坂田剛, 山越隆雄, 宮瀬将之, 酒井敦章, 林真一郎: 令和3年9月に長野県茅野市下馬沢川で発生した土砂災害, 砂防学会誌, Vol175 No1, pp. 25-34, 2022.

(1) 土砂・洪水氾濫の影響範囲の調査**<標準>**

土砂・洪水氾濫の影響範囲の調査は、以下の1)～3)を実施することを基本とする。

1) 溢水・破堤の箇所調査

土砂・洪水氾濫の開始点である溢水・破堤の箇所について、その位置、河道の形状、土砂堆積状況等について調査を行うことを標準とする。

2) 氾濫原の流下痕跡調査

土砂・洪水氾濫がどのように氾濫原内を流下したのか、どの程度の水深（流動深）を有していたのかを推定するための流下痕跡の調査を行うことを標準とする。

3) 氾濫原の範囲調査

土砂生産源を把握するために、崩壊地の位置及び規模、崩壊土砂量について調査を行うことを標準とする。

(2) 土砂の堆積状況の調査**<標準>**

土砂の堆積状況の調査は、氾濫原内の土砂の堆積厚さの分布を把握するための調査を行うことを標準とする。

<推奨>

土砂の堆積状況の調査では、堆積土砂をサンプリングして、粒径調査を行うことが望ましい。

(3) 土砂・洪水氾濫の被害調査**<標準>**

土砂・洪水氾濫の被害調査は、以下の1)～2)を実施することを基本とする。

1) 家屋被害状況の調査

波高の痕跡、土砂堆積厚、家屋の被害状況等について調査を行うことを標準とする。

2) 交通途絶状況の調査

氾濫原における交通途絶の状況について、区間、期間、通行量について調査を行うことを標準とする。

(4) 氾濫解析**<標準>**

氾濫解析は、本節 3. 2. 3 (7) 河床変動計算によって氾濫開始地点を設定し、氾濫開始点ごとに、2次元土砂・洪水氾濫計算を実施することを標準とする。

<推 奨>

2次元土砂・洪水氾濫計算結果については、(1)、(2)と比較し、検証することが望ましい。

<参考となる資料>

氾濫開始地点の設定については、下記の資料が参考となる。

1) 治水経済調査マニュアル(案), 令和2年4月, 国土交通省水管理・国土保全局。

2次元土砂・洪水氾濫計算については、下記の資料が参考となる。

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

3) 治水経済調査マニュアル(案), 令和2年4月, 国土交通省水管理・国土保全局。

3. 3 土石流・流木対策のための調査**<標 準>**

土石流・流木対策のための調査は、降雨量・土石流諸元調査、生産土砂量・流出土砂量調査、流下許容土砂量調査、土石流実態把握に関する調査、流木の発生・堆積・流出等に関する調査を実施することを標準とする。

<参考となる資料>

土石流・流木対策のための調査については、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。

3. 3. 1 降雨量・土石流諸元調査**<考え方>**

降雨量・土石流諸元調査は、土石流対策施設の規模設定、安定性検討に必要な土石流外力の設定を行うために必要な降雨量・土石流諸元(土石流ピーク流量、土石流の流速・水深、土石流濃度、土石流の単位堆積重量)を得るために行う。安全性を十分に担保するため、信頼性の高い方法を用いるものとする。

(1) 降雨量調査**<標 準>**

土石流・流木対策のための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。また、有効降雨強度を得るために損失雨量を推定しておくことを標準とする。

<例 示>

土石流の発生・流出には1時間よりも短い雨量が関係していることが示されている。このため、例えば10分間雨量等、1時間より短い雨量を指標として用いることが考えられる。

<参考となる資料>

土石流の発生・流出には1時間よりも短い雨量が関係していることについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 池田暁彦, 水山高久, 原口勝則: 土石流の発生を支配する降雨量に関する考察, 砂防学会誌, Vol. 60 No. 3, pp. 26-31, 2007.
- 2) 工藤司, 内田太郎, 松本直樹, 桜井亘: LP 差分データとレーダー雨量データを用いた土石流の流出土砂量を規定する降雨指標に関する考察, 砂防学会誌, Vol. 70 No. 3, pp. 3-12, 2017.

(2) 土石流諸元の推定

- 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。

<例示>

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。

また、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、本節 3. 3. 1 (2) ②土石流の流速と水深の推定により流速を求め、両者よりピーク流量を試算する。

2) 流速の観測値からの推定

土石流の流下状況を撮影した動画がある場合は、本節 3. 3. 1 (2) ②土石流の流速と水深の推定により流速を算出する。動画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、映像解析以外に非接触型的水位計を用いて、水位を直接計測し、流下断面を推定する手法も考えられる。

<参考となる資料>

流出土砂量に基づいて算出する手法については、下記の資料が参考となる。

- 1) 水山高久: 土石流ピーク流量の経験的な予測, 文部省科学研究費重点領域研究, 「自然と災害の予測と防災力」研究成果, p. 54, 1990.

土石流の流下痕跡の調査方法については、下記の資料が参考となる。

- 2) 池田暁彦: 溪流調査の目的と土石流の実態調査, 砂防学会誌, Vol. 73 No. 2, pp. 61-65, 2020.
- 3) 池田暁彦: 土石流規模の推定と施設効果に関する現地調査, 砂防学会誌, Vol. 74 No. 3, pp. 91-95, 2021.

- 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) 流速公式から算出する手法

流下痕跡が明らかな場合は流動深と溪床勾配から Manning 公式を用いて流速を求めることができる。

2) 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。

3) 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動画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。

4) 水位計、流速計の計測結果から算出する手法

砂防堰堤の水通し部等の固定床において水位計、流速計を設置することで土石流の水位、流速を求めることができる。

<参考となる資料>

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) 水山高久，上原信司：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.
- 2) 水山高久，上原信司：土石流の水深と流速の観測結果の検討，砂防学会誌，Vol. 37 No. 4，1984.
- 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.

③ 土石流濃度の推定

<標準>

土石流濃度は、十分に発達した状態を想定して以下の平衡濃度式で求めることを標準とする。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \quad (17-3-1)$$

ここで、 C_d ：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。

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、荷重計等を用いる手法がある。

<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.

3. 3. 2 生産土砂量・流出土砂量調査**<考え方>**

生産土砂量・流出土砂量調査は、溪流及び斜面に堆積している不安定化して流出しうる土砂量を把握し、土石流によって計画基準点より下流に流出する可能性がある、計画流出土砂量を推定するために行うものである。

(1) 調査範囲**<標準>**

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ことを標準とする。

(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等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。

<参考となる資料>

移動可能溪床堆積土砂量の現地調査事例等については、下記の資料が参考となる。

- 1) 吉永子規，工藤司，尾崎順一：流域内で生産される土砂量推定のための現地調査，砂防学会誌，Vol. 74 No. 4，pp. 58-62，2021.

(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。

<例示>

崩壊可能土砂量の算出に関する現地調査として、現地踏査、簡易貫入試験、土層強度検査棒を実施した事例がある。そのほかの現地調査手法としては、ボーリング調査等がある。

<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) 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.
- 2) 土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル（案），平成 22 年 7 月，独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ地質チーム.
- 3) 吉永子規，工藤司，尾崎順一：流域内で生産される土砂量推定のための現地調査，砂防学会誌，Vol. 74 No. 4，pp. 58-62，2021.

（４） 礫径の調査**<標準>**

礫径の調査は、対策施設の形状決定、礫による衝撃力を算出するために対策施設計画地点周辺の地形や河床勾配に応じて調査することを標準とする。

<関連通知等>

- 1) 鋼製透過型砂防堰堤の留意事項について，平成 26 年 11 月 6 日，国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課保全調整官事務連絡。

<参考となる資料>

礫径調査の方法については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内尾政人，中川一，沢田豊明，横山康二，上杉満昭，福田義徳：画像処理方式による礫床河川の粒度分布測定装置の開発，砂防学会誌，Vol. 58 No. 2，pp. 26-31，2005.
- 2) 嶋丈示，佐々木流：UAV を用いた礫径調査法及びランダム法の妥当性の検討，砂防学会誌，Vol. 75 No. 3，pp. 10-16，2022.

（５） 計画規模の土石流によって運搬できる土砂量**<標準>**

計画規模の土石流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、これに平衡状態で流動中の土石流濃度を乗じて算定することを標準とする。

（６） 流出土砂量調査のまとめ

<標準>

計画流出土砂量は、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ことを標準とする。原則として、計画流出土砂量は、本節 3. 3. 2 (2) 及び 3. 3. 2 (3) 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、本節 3. 3. 2 (5) で求めた土石流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（土石流危険渓流を含む）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。

3. 3. 3 流下許容土砂量調査**<考え方>**

流下許容土砂量調査は、流出土砂量のうち計画基準点より下流において災害を発生することなく安全に流下させることができる流出土砂量である。

<標準>

流下許容土砂量調査は、計画基準点より下流における流下断面等を調査することを標準とする。

3. 3. 4 土石流実態把握に関する調査**<考え方>**

土石流実態把握に関する調査は、想定していた土石流の流出土砂量、流量、土石流を引き起こした要因とその程度を検証するために行うものである。また、将来的な土石流対策計画の立案、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ものである。土石流実態把握に関する調査においては、出水前後の状況のみならず、土石流や斜面崩壊が発生したタイミングや流れの状態、土石流後の洪水流による堆積土砂の侵食等、土石流の発生、流下、堆積に係る現象の時系列変化を可能な限り把握できるよう努めることが重要である。

<関連通知等>

- 1) 土砂災害発生後のデータ収集について、令和3年11月16日、国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画調整官事務連絡。

(1) 土石流災害後の崩壊状況調査**<標準>**

土石流災害後の崩壊状況調査は、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、崩壊地の縦断面・横断面、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ことを標準とする。

<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。
- 2) 池田暁彦：溪流調査の目的と土石流の実態調査，砂防学会誌，Vol. 73 No. 2，pp. 61-65，2020。
- 3) 池田暁彦：土石流規模の推定と施設効果に関する現地調査，砂防学会誌，Vol. 74 No. 3，pp. 91-95，2021。

(2) 土石流災害後の流出・堆積状況調査**<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、堆積土砂量、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。

流出・堆積状況調査では、土石流の発生時間帯、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、土石流堆積物の範囲、土石流堆積深、土石流氾濫開始点の勾配、各々の土石流ローブの堆積土砂量、土石流の流動深、堆積物の容積濃度、堆積物の粒度分布、堆積物の勾配や元河床の勾配、流れの状態の変化等について、現地調査、航空レーザ測量結果、水位計データ及び動画データ等によって調査することを標準とする。また、土砂収支図を作成することを標準とする。併せて、土石流の発生時間帯と土砂災害警戒情報の発表状況等の雨量指標との関係について整理するとともに、土砂の流下・堆積範囲と、土砂災害警戒区域等の指定範囲との関係について整理することを標準とする。

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、本節 3. 3. 1 (2) ②土石流の流速と水深の推定により流速を求め、土石流ピーク流量を算出することを標準とする。さらに土石流ピーク流量と流出土砂量、有効降雨量の関係を整理する。

<推奨>

有効降雨量を推定するに当たっては、洪水到達時間が1時間未満であることが多いため、降雨データは例えば10分間雨量等の1時間より短いものを用いることが望ましい。また必要に応じてレーダ雨量計等による降雨データを用いることが望ましい。

<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.
- 2) 池田暁彦：溪流調査の目的と土石流の実態調査，砂防学会誌，Vol. 73 No. 2，pp. 61-65，2020.
- 3) 池田暁彦：土石流規模の推定と施設効果に関する現地調査，砂防学会誌，Vol. 74 No. 3，pp. 91-95，2021.

土石流に係る雨量指標、土石流ピーク流量の特性分析については、下記の資料が参考となる。

- 4) 池田暁彦，水山高久，原口勝則：土石流の発生を支配する降雨量に関する考察，砂防学会誌，Vol. 60 No. 3，pp. 26-31，2007.
- 5) 工藤司，内田太郎，松本直樹，桜井亘：LP 差分データとレーダー雨量データを用いた土石流の流出土砂量を規定する降雨指標に関する考察，砂防学会誌，Vol. 70 No. 3，pp. 3-12，2017.
- 6) Ikeda, A., Mizuyama, T., Itoh, T.: Study of prediction methods of debris-flow peak discharge, Proceedings of 7th International Conference on Debris-flow Hazards Mitigation, 2019.

(3) 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

<標準>

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、下記について実施することを標準とする。

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。

<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.

（４） 土石流の前兆現象、土砂の到達時間の調査**<標準>**

土石流の前兆現象、土砂の到達時間に関する調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流に係る警戒避難体制の検討等を実施するために行うことを標準とする。

<例示>

土石流の前兆現象、土砂の到達時間に関する調査は、以下の項目等について、できるだけ多くの被災住民からヒアリングを行い実施する場合がある。

- ・各家屋に土砂や水、流木が流入してきた時刻
- ・土石流の前兆現象と考えられる現象の有無とそれらのおおよその時刻（たとえば、山腹、溪流、水路からの異音、溪流、水路からの泥水のあふれ、溪流、水路の水かさの急増や急減、流木の流下、溪流、水路での濁り、裏山からの水の湧出等）
- ・土石流の前兆現象と考えられる現象や土石流を撮影した映像の有無とその内容

<参考となる資料>

土石流の前兆現象、土砂の到達時間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，p. 246，（社）全国治水砂防協会，2001.

3. 3. 5 流木の発生・堆積・流出等に関する調査

(1) 発生流木量調査

<考え方>

発生流木量調査は、山腹や溪岸等から溪流に流れ込む流木量を調査するものである。

<標準>

流木対策のための発生流木量調査では、流域現況調査、発生原因調査、発生場所・立木の高さ・直径等の調査を実施することを標準とする。

流域現況調査では、流出流木量を算出しようとする地点(計画基準点等)より上流域における立木、植生及び倒木(伐木、用材等を含む)を調査する。

流木の発生が予想される箇所が存在する樹木の高さ、直径等を直接的に調査する方法(現況調査法)においては、サンプリング調査法によることを標準とする。その際、地形図と空中写真を用いて、予想される崩壊、土石流の発生区間、流下区間内の樹木の密度(概算)、樹高、樹種等を判読し、この結果を基に、崩壊、土石流の発生・流下範囲を同一の植生、林相となるよう幾つかの地域に区分し、それらの地域ごとに現地踏査によるサンプリング調査(10m×10m)を行い、各地域の樹木の本数、樹種、樹高、胸高直径等を調査することを標準とする。

<例示>

発生流木量は現況調査法により調査することを標準とするが、流域面積と発生流木量の関係进行分析している研究もある。

広範囲の立木を調査することを目的に、現地調査困難箇所への立ち入りをせず、UAVを活用した広域コドラート調査(調査単位 50m×50m)の事例もある。また、土石流発生区間の立木の判読に標高データを用いた事例もある。

<参考となる資料>

UAVを活用した広域コドラート調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 赤沼隼一, 浅野保夫, 戸田満, 本多泰章, 野田敦夫, 板野友和, 山崎溪: UAVを活用した広域コドラート調査の試み, 砂防学会誌, Vol. 73 No. 6, pp. 39-42, 2021.
- 2) 小柳賢太, 山田拓, 石田孝司: UAV-SfMの山地溪流における発生・堆積流木量調査への適用性と課題, 土木技術資料, Vol. 64 No. 8, pp. 8-11, 2022.

(2) 流木の最大長、最大直径の調査

<標準>

流木対策計画時の流木の最大長、及び最大直径は、発生流木量算出のための調査結果から推定することを標準とする。なお、土石流形態で流木が流出すると想定される地域における流木の最大長は土石流の平均流下幅を考慮することを標準とする。

(3) 流出流木量調査

<標準>

土石流・流木対策における流出流木量は、推定された発生流木量に流木流出率を乗じて算出することを標準とする。

(4) 流木実態把握に関する調査

<考え方>

流木災害発生後の流木実態把握に関する調査は、流木の発生から堆積、流木による被害の発生状況等、詳細な流木による災害に関するデータの蓄積を図り、効率的、効果的な流木対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行うものである。なお、流木実態把握に関する調査においては、出水前後の状況のみならず、斜面崩壊により流木が発生したタイミングや、堆積している流木が発生した場所の違い、流木が堆積した時の水理条件等、流木の発生、流下、堆積に係る現象の時系列変化を可能な限り把握できるよう努めることが重要である。

<標準>

流木実態把握に関する調査は、発災時の発生流木量、流木の最大長及び最大直径、流木の平均長及び平均直径、流出流木量、家屋等の物的被害状況を把握するために、大規模な流木の発生・堆積・流出が生じた後に、以下に掲げる項目を、調査時の安全確保に留意しつつ、発災後できる限り速やかに行うことを標準とする。

1) 発生流木量調査

発生流木量の調査は、既存の発生流木量調査結果の整理・分析、現地調査、空中写真、標高データ等による流木発生域の判読により行うことを標準とする。

2) 堆積流木量調査

堆積流木量の調査は、現地調査及び空中写真による流木堆積域の判読により行うことを標準とする。また、本節 3. 3. 5 (1) 発生流木量調査に示した方法で推定した発生流木量と、谷出口までの堆積流木量の関係を整理する。上流に土石流・流木対策施設（砂防堰堤等）がある場合は、その捕捉量も整理する。

3) 流出流木量推定に関する調査

発生流木量と谷出口までに堆積した流木量の差分から流出流木量を推定する。

4) 流木の長さ及び直径に関する調査

流木の長さ及び直径に関する調査は、現地調査により、流木の最大長、最大直径、平均長、平均直径を把握する。

5) 流木実態把握に関する調査のまとめ

流木調査結果は、流木の生産、流下、堆積、それぞれの位置、量について、流木収支図や GIS 上等に取りまとめる。

<例示>

土砂災害又は流木災害の発生後、発生流木量・堆積流木量を調査する方法には次のような方法がある。

1) 発生流木量・堆積流木量の調査 堆積流木量の算出では、基本的に全本数・長さ・代表直径を測定して、総堆積量を計算する。河道に堆積しているものは、各地点の堆積位置や堆積量を平面図に記入あるいは三次元点群データを取得する。発生流木量・堆積流木量の調査において、現地に立ち入るのが危険を伴う場合等は UAV 等を活用し、三次元点群データを取得するのも有効である。災害前後の数値表層モデル (DSM) を比較し、流木発生範囲を推定する。発生範囲における災害前の数値表層モデル (DSM) と数値表高モデル (DEM) の差分から、発生流木量を算

出する方法がある。見かけの堆積流木量は災害後の数値表層モデル(DSM)と数値標高モデル(DEM)の差分から、算出することができる。

流木が集積して本数の確認が困難な場合は、見かけの堆積流木量(V)を測定し、流木の純容積率から求める方法もある。純容積率については、各現場で適切に判断する必要がある。流木の純容積率を30%と仮定しているものもあるが、10%未満となっているデータもあるため、撤去時の計測等で実測値を記録するのが望ましい。

橋梁・カルバート・砂防構造物等により堆積した場合も、河道の場合と同様に流木量を算出する。流木が流下断面を閉塞して堆積した場合は、最大流木長と構造物の幅を測定する。計上した流木量を合計し「流下途中堆積流木量」とする。

2) 砂防堰堤における流木捕捉量の推定

透過型・部分透過型・不透過型に区分して、捕捉された流木本数、平均流木長、平均流木直径、最大長、最大直径を計測し、流木幹材積を計算する。

また、透過型・部分透過型の場合、スリット水平方向間隔を整理する。不透過型の場合で副堰堤のある場合及び副堰堤等に流木を捕捉するための設備を設置している場合、本堤で捕捉された流木量と副堰堤等で捕捉された流木量を分けて整理する。砂防堰堤による土砂・流木の堆砂状況を、捕捉位置が分かるよう写真撮影する。砂防堰堤の計画貯砂量、計画捕捉量、水通し幅、砂防堰堤を建設する前の河床勾配、調査時点での堆砂勾配を整理する。

なお、土砂で埋まっている流木捕捉量の不可視部分の計測は困難であるため、除石する際にあわせて、堆積土砂量、流木量を計測することが望ましい。

また、家屋等の物的被害の調査として、家屋の破壊をもたらしたと考えられる流木の長さ、平均径、最大直径、本数を計測する。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。

3) 流出流木量の推定

上流側で発生した流木量と、下流側で堆積した流木量の差分から各地点での流出流木量を推定する。土石流時は計画基準点までの発生流木量と堆積流木量の差分から流出流木量を推定する。

4) 流木の長さ及び直径に関する調査

流木調査においては、短い流木や直径の小さな流木をどこまで調査対象とするかが、調査者により異なる場合があり、堆積流木量の調査結果等に影響を与える可能性がある。このため、調査結果には調査対象とした流木の最小直径と最小長さを明記する。現地調査で直径10cm以上長さ2m以上、空中写真を用いてGIS上で直径10cm以上長さ1m以上の流木を判読した事例がある。

<関連通知等>

- 1) 土砂災害発生後のデータ収集について、令和3年11月16日、国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画調整官事務連絡。

<参考となる資料>

流木実態把握に関する調査に関する詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 石川芳治，水山高久，鈴木浩之：崩壊・土石流に伴う流木の実態と調査法，土木技術資料，Vol. 31 No. 1，pp. 23-29，1989。

- 2) 池田暁彦：溪流調査の目的と土石流の実態調査，砂防学会誌，Vol. 73 No. 2，pp. 61-65，2020.
- 3) 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. 244-245，(社)全国治水砂防協会，2001.
- 4) 工藤拓也，永野統宏，松岡暁，早川智也，上條孝徳，松山洋平，小山内信智，笠井美青：平成 28 年 8 月豪雨による北海道戸蔭別川流域の流木実態と流木量の推定，砂防学会誌，Vol. 73 No. 6，pp. 3-11，2020.
- 5) 渋谷一，香月智，大隅久，國領ひろし：平成 22 年 7 月 16 日に広島県庄原市で発生した豪雨災害における流木実態調査，砂防学会誌，Vol. 64 No. 1，pp. 34-39，2011.
- 6) 小柳賢太，山田拓，石田孝司：UAV-SfM の山地溪流における発生・堆積流木量調査への適用性と課題，土木技術資料，Vol. 64 No. 8，pp. 8-11，2022.

流木収支による調査事例については、下記の資料が参考となる。

- 7) 国土技術政策総合研究所：平成 15 年 7 月九州豪雨災害に関する調査報告会（太宰府市原川における流木の発生・流下・堆積の実態），国土技術政策総合研究所資料，第 250 号，pp. 25-31，2005.

3. 4 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための調査

(1) 発生流木量調査

＜考え方＞

発生流木量は、山腹崩壊や溪岸侵食等に伴い発生し、溪流に流れ込む流木量である。

＜標準＞

本章第 3 節 3. 3. 5 (1) によるものとする。

＜例示＞

土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策のための発生流木量の調査は、広範囲を対象として実施する必要があることが多い。効率的な調査のため、流木による被害をもたらす恐れのある箇所（トラブルスポット）等を抽出した後に、その上流域を対象に調査を行う等の工夫が考えられる。

掃流区間等勾配の比較的緩やかな区間における溪岸等から発生する流木量の推定に際しては、洪水時に想定される水深や流速から求められる立木に作用する外力や、想定される河床の侵食深を踏まえ、流木化するか否かの判定を行う方法がある。

＜参考となる資料＞

流木化するか否かの判定を行う方法については、下記の資料が参考となる。

- 1) (財) リバーフロント整備センター：河川における樹木管理の手引き，pp. 154-171，1999.

(2) 流木の最大長、最大直径の調査

＜標準＞

本章第 3 節 3. 3. 5 (2) によるものとする。

(3) 流木の平均長、平均直径の調査

<標準>

流木の平均長及び平均直径は、発生流木量算出のための調査結果から推定することを標準とする。なお、土石流形態で流木が流出すると想定される地域における流木の平均長は、土石流の最小流下幅を考慮することを標準とする。

(4) 流出流木量調査**<標準>**

流出流木量は、推定された発生流木量から、想定される流木の輸送形態に応じて、流下途中に堆積する事等により流出流木量を算出しようとする地点まで流失してこない流木量を減じて算出することを標準とする。

(5) 流木実態把握に関する調査**<考え方>**

流木災害発生後の流木実態把握に関する調査は、流木の発生から堆積、流木による被害の発生状況等、詳細な流木による災害に関するデータの蓄積を図り、効率的、効果的な流木対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行うものである。なお、流木実態把握に関する調査においては、出水前後の状況のみならず、斜面崩壊により流木が発生したタイミングや、堆積している流木が発生した場所の違い、流木が堆積した時の水理条件等、流木の発生、流下、堆積に係る現象の時系列変化を可能な限り把握できるよう努めることが重要である。

<標準>

本章第3節3.3.5(4)によるものとする。

<例示>

土砂・洪水氾濫時等に谷出口より下流に流木が堆積している場合は、流木が到達している最下流部まで堆積状況を調査する。橋梁の閉塞事例では、水位に対して橋桁までのクリアランスが十分ない場合に閉塞が発生するという研究もあり、流木の計測と併せて、橋長、調査時の河床からの高さ、橋脚間長等も計測する。

<関連通知等>

- 1) 土砂災害発生後のデータ収集について、令和3年11月16日、国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画調整官事務連絡。

<参考となる資料>

橋梁閉塞に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 末次忠司：水害被害を助長する土砂・流木の影響，水利科学，Vol.62 No.6，pp.56-69，2019。
- 2) 津末明義，楊東，竹村大，富田浩平，矢野真一郎，土橋将太，大久保僚太，笠間清伸：流木に起因する氾濫による被害の推定に基づく流木災害リスクの評価法の改良，土木学会論文集B1（水工学），Vol.74 No.5，p.I_1051-I_1056，2018。

第4節 中期（土砂流出活発期）土砂流出対策のための調査

4. 1 総説

＜考え方＞

中期土砂流出対策のための調査は、大規模な土砂生産後、それ以前の土砂流出状況より土砂流出が活発な期間において、河床上昇や貯水池への土砂流出等により保全対象に被害を及ぼす現象に対する対策計画を策定するために実施するものである。短期土砂流出現象発生後のみならず火山噴火に伴う火山灰堆積後、深層崩壊発生後や天然ダム形成後にも小中規模出水時に活発な土砂が数ヶ月以上、流出するようになることが考えられるため、事象に応じて調査の方法が変わりうることに注意する必要がある。計画策定はこれら事象の発生前あるいは発生後のいずれかで策定することが考えられ、発生後については時間の制約から調査の方法が変わると考えられることに留意する必要がある。

＜標準＞

中期土砂流出対策のための調査は、短期土砂流出現象発生後、火山噴火に伴う火山灰堆積時、深層崩壊発生時、天然ダム形成時に、流域内にある土砂がその後の降雨により特に活発に移動する期間（流出土砂が定常状態に落ちつくまでの数年間）を対象として実施することを標準とする。

＜参考となる資料＞

短期土砂流出現象発生後の土砂流出が活発な期間に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土技術政策総合研究所：大規模土砂生産後に生じる活発な土砂流出に関する対策の基本的考え方（案），国土技術政策総合研究所資料第 1115 号，2020。

4. 2 中期土砂流出対策のための調査

4. 2. 1 水文・水理に関する調査

＜考え方＞

水文・水理に関する調査は、対策計画立案を行う上で必要な中期土砂流出現象時のハイドログラフを設定するために行う。

（1）降雨量調査

＜標準＞

本章第3節3.2.1（1）によるものとする。
ただし、流域全体の中期の降雨量の時間変化は、中期の流砂・洪水波形を計算するために、当該流域の既往の降雨資料により調査することを標準とし、降雨の計画規模は短期土砂流出対策での計画規模を考慮して適切に設定する。
流域全体の中期の洪水波形は、計画流出土砂量を算出するため、資料調査、現地調査及び数値計算により求めることを標準とする。

＜例示＞

必要に応じて堆積物の近傍に雨量計を設置する等で適切に雨量を観測する。
流域全体の中期の流砂・洪水波形は、降雨及び流量の調査結果、河床材料や土砂堆積物の粒度分布から決定することができる。
洪水波形については、流量観測値を用いるか、流域の降雨分布調査結果を用いた流出解析により求めることができる。

(2) 水位・流量調査**<標準>**

本章第3節3.2.1(2)によるものとする。

(3) 流出解析**<標準>**

流出解析の手法及びパラメータは、土砂・洪水氾濫後、火山噴火に伴う火山灰堆積後、深層崩壊発生後、天然ダム形成後等で蓋然性の高い規模の降雨、流量の観測結果に関して再現性が確認されたものを用いることを標準とする。

4.2.2 土砂生産に関する調査**<考え方>**

中期の生産土砂量の調査は、中期土砂流出対策計画で対象とする計画生産土砂量を設定するために実施し、計画基準点より上流での短期土砂流出現象、深層崩壊、火山噴火等で生産され流域内に堆積した土砂、土砂流出活発期間中の新たな土砂生産現象により発生する土砂を対象とする。新たな土砂生産現象としては、計画基準点より上流での短期土砂流出現象で崩壊した斜面や深層崩壊が発生した斜面において、その後の降雨等による拡大及び再崩壊の発生、短期土砂流出現象後の降雨等に伴う新規崩壊、溪床堆積土砂の再移動が考えられる。また、生産土砂の粒径は流出土砂量算定、土砂移動形態、河床の侵食・堆積特性、砂防設備の基本諸元の設定に必要な基礎資料を得るために実施する。

(1) 土砂生産に関する調査の基本**<標準>**

土砂生産に関する調査は、計画基準点より上流での短期土砂流出現象、深層崩壊、火山噴火等で生産され流域内に堆積した土砂、短期土砂流出現象で崩壊した斜面や深層崩壊が発生した斜面において、その後の降雨等による拡大及び再崩壊の発生、短期土砂流出現象後の降雨等による新規崩壊、溪床堆積土砂の再移動に伴う土砂量及び生産土砂の粒径を調査することを標準とする。

(2) 生産土砂量調査**<標準>**

生産土砂量は、計画基準点より上流での短期土砂流出現象、深層崩壊、火山噴火等で生産され流域内に堆積した土砂、短期土砂流出現象で崩壊した斜面や深層崩壊が発生した斜面において、その後の降雨等による拡大及び再崩壊の発生、短期土砂流出現象後の降雨等による新規崩壊、溪床堆積土砂の再移動に伴う土砂量を対象とすることを標準とする。

<参考となる資料>

- 経年的な土砂生産の状況を把握するための調査方法については、下記の資料が参考になる。
- 1) Imaizumi, F., Sidle, R. C.: Linkage of sediment supply and transport processes in Miyagawa Dam, Geomorphology, Vol.112, F03012, 2007.
 - 2) 厚井高志：長期ダム堆砂データを用いた山地森林流域における土砂生産・流出に関する研究，東京大学学位論文，2009.

(3) 生産土砂の粒径調査

<標準>

本章第3節3.2.2(3)によるものとする。

4.2.3 土砂流出に関する調査**<考え方>**

中期の流出土砂量の調査は、計画基準点等における計画流出土砂量及びセディグラフを設定するために実施し、土砂流出活発期間中に流出する土砂を対象とする。実績から設定する場合と、数値計算で設定する場合が考えられる。

(1) 土砂流出に関する調査の基本**<標準>**

本章第3節3.2.3(1)によるものとする。

(2) 流出土砂量調査**<標準>**

流出土砂量調査は、砂防堰堤や貯水池における堆砂量の調査、数値計算によって行うことを標準とする。航空レーザ測量結果により推定する場合は、流域界から流出土砂量を算出する地点までの測量結果を用いることを標準とする。

<推奨>

数値計算として1次元河床変動計算を用いる場合は、本章第3節3.2.3(7)河床変動計算を参考に、生じうる土砂移動現象を適切に想定してモデルを選択することが望ましい。

<例示>

堆砂量データから流出土砂量を把握するにあたっては砂防堰堤、貯水池等の土砂の捕捉率を考慮することで、浮遊砂、ウォッシュロードの流出量を推定することができる。

数値計算としては1次元河床変動計算モデル、土砂流出予測モデルを使用することができる。また、河床変動計算等の検証のため、本章第3節3.2.3(5)流砂観測の結果から分かる掃流砂の発生タイミングを活用することができる。一方、平衡流砂量として流出しうる土砂が十分に存在する場合は、水位・流速の観測結果、粒径分布の調査結果を用いて掃流力、限界掃流力の大小関係から掃流砂のセディグラフを推定することができる。

<参考となる資料>

経年的な土砂流出の状況を把握するための調査方法については、下記の資料が参考になる。

- 1) 池谷浩：雲仙水無川における流出土砂量の推定方法，新砂防，Vol.47 No.5, pp.36-42.
- 2) Imaizumi,F., Sidle,R.C.:Linkage of sediment supply and transport processes in Miyagawa Dam, Geomorphology, Vol.112, F03012, 2007.
- 3) 厚井高志：長期ダム堆砂データを用いた山地森林流域における土砂生産・流出に関する研究，東京大学学位論文，2009.
- 4) 寺本行芳，地頭菌隆，下川悦郎，安養寺信夫：雲仙水無川流域における流出土砂量の経年変化，砂防学会誌，Vol.50 No.3, pp.35-39, 1997.

数値計算モデル及びその活用例としては、下記の資料が参考になる。

- 5) 青木健太郎，藤田正治：大規模洪水時の河床変動を考慮した治水計画に向けた一考察，土木学会論文集 B1（水工学），Vol. 74 No. 4，pp. I_949-I_954，2018.
- 6) 江頭進治，松木敬：河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法，水工学論文集，Vol. 44 pp. 735-740，2000.
- 7) 高橋保，井上素行，中川一，里深好文：山岳流域における土砂流出の予測，水工学論文集，Vol. 44，pp. 717-722，2000.
- 8) 富田陽子，森俊勇，宮貴大，武藏由育，鈴木伴征，水山高久：流域管理システム（WMS）のための土砂流出計算モデルと河床変動計算モデルの作成，砂防学会誌，Vol. 66 No. 5，pp. 3-12，2014.
- 9) 山野井一輝，藤田正治：大規模な土砂生産及び洪水後の土砂管理に関する研究，土木学会論文集 B1（水工学），Vol. 71 No. 4，pp. I_961-I_966，2015.
- 10) 山野井一輝，村上秀香，藤田正治：土砂動態モデルで表現される山地溪流における土砂流出の短・長期変動に関する研究，土木学会論文集 B1（水工学），Vol. 74 No. 4，pp. I_943-I_948，2018.

（３） 河床材料及び流出・堆積土砂の粒径調査

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（４）によるものとする。

（４） 流砂観測

＜考え方＞

本章第３節 3. 2. 3（５）に示すほか、平常時の土砂流出状況を把握するために必要に応じて実施するものである。

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（５）によるものとする。

4. 2. 4 中期土砂流出実態把握に関する調査

＜考え方＞

中期土砂流出実態把握に関する調査は、計画で想定していた中期土砂流出現象の土砂移動形態、流出土砂量、流量を検証するために行うものである。また、将来的な中期土砂流出対策計画の立案、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ものである。

＜関連通知等＞

- 1) 土砂災害発生後のデータ収集について，令和３年 11 月 16 日，国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画調整官事務連絡。

（１） 土砂流出活発期間中の土砂生産状況調査

＜標準＞

土砂流出活発期間中の土砂生産状況調査は、降雨量、計画基準等の上流域における既往崩壊地の拡大及び再崩壊時の生産土砂量、新規崩壊時の生産土砂量等、生産土砂の粒径分布を把握するために調査することを標準とする。

(2) 土砂流出活発期間中の土砂流出・堆積状況調査**＜標準＞**

土砂流出活発期間中の土砂流出状況・堆積状況調査は、現地調査や本章第4節4.2.1～4.2.3に示す調査により、降雨量、計画基準等の上流域における河道・斜面上の堆積土砂量及び粒径分布、計画基準点等における流出土砂量、ハイドログラフ、セディグラフ等を把握するために調査することを標準とする。

(3) 土砂流出活発期間中の人的被害・家屋等の物的被害状況等の調査**＜標準＞**

土砂流出活発期間中の人的被害・家屋等の物的被害状況等の調査は、本章第3節3.3.4(3)に準じて実施することを標準とする。

第5節 長期（土砂流出継続期）土砂流出対策のための調査**5.1 総説****＜考え方＞**

長期土砂流出対策のための調査は、長期間恒常的に生じる活発な土砂流出による河床上昇や貯水池等を含む保全対象に被害を及ぼす現象に対する対策計画を立案するために実施するものである。調査方法は短期土砂流出対策、中期土砂流出対策に準ずるが、流域の土砂流出状況等に応じて調査方法は適宜取捨選択することや、第16章総合的な土砂管理のための調査を参考にすることが考えられる。

＜標準＞

長期土砂流出対策のための調査は、流出土砂量が短期土砂・流木流出を引き起こした降雨イベントの前に比べて定常的に流出土砂量が活発な状態が継続する期間（十年以上の期間）を標準とする。

5.2 長期土砂流出対策のための調査**5.2.1 水文・水理に関する調査****＜考え方＞**

水文・水理に関する調査は、対策計画立案を行う上で必要な長期土砂出現象時のハイドログラフを設定するために行うものである。

(1) 降雨量調査**＜標準＞**

本章第3節3.2.1(1)及び第4節4.2.1(1)に準拠するものとする。

(2) 水位・流量調査**＜標準＞**

本章第3節3.2.1(2)によるものとする。

(3) 流出解析**＜標準＞**

本章第3節3.2.1(3)及び第4節4.2.1(3)に準拠するものとする。

5. 2. 2 土砂生産に関する調査

＜考え方＞

長期の生産土砂量の調査は、長期土砂流出対策計画で対象とする計画生産土砂量を設定するために実施する。また、生産土砂の粒径は流出土砂量算定、土砂移動形態、河床の侵食・堆積特性、砂防設備の基本諸元の設定に必要な基礎資料を得るために実施するものである。

（１） 土砂生産に関する調査の基本

＜標準＞

土砂生産に関する調査は、計画基準点より上流での恒常的な土砂生産現象により生産される土砂量及び生産土砂の粒径を調査することを標準とする。

（２） 生産土砂量調査

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 2（２）及び第４節 4. 2. 2（２）に準拠するものとする。

（３） 生産土砂の粒径調査

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 2（３）によるものとする。

5. 2. 3 土砂流出に関する調査

＜考え方＞

長期の流出土砂量の調査は、計画基準点等における計画流出土砂量及びセディグラフを設定するために実施する。

（１） 土砂流出に関する調査の基本

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（１）によるものとする。

（２） 流出土砂量調査

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（２）及び第４節 4. 2. 3（２）に準拠するものとする。

（３） 河床材料及び流出・堆積土砂の粒径調査

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（４）によるものとする。

（４） 流砂観測

＜標準＞

本章第３節 3. 2. 3（５）によるものとする。

5. 2. 4 長期土砂流出実態把握に関する調査

＜考え方＞

長期土砂流出実態把握に関する調査は、将来的な長期土砂流出対策計画の立案、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ものである。

<標準>

長期土砂流出実態把握に関する調査は、生産土砂量、流出土砂量及び流出特性（降雨量、水理量と流出土砂量の関係）、河床変動量、河床材料の変化を把握するために調査することを標準とする。

第6節 火山砂防のための調査**6. 1 総説****<考え方>**

火山砂防のための調査は、火山活動に起因して発生する降灰後の土石流、火山泥流、及び必要に応じて、溶岩流、火砕流等による土砂移動現象を対象として実施するものである。

<標準>

火山砂防のための調査は、平常時に実施する調査と、緊急時に実施する調査を行うことを標準とする。なお、火山噴火に起因する土砂移動以外の降雨等に起因する土石流等は、本章第2節基礎的な調査、第3節3.3土石流・流木対策のための調査によるものとする。

災害後の調査は、第10章災害調査に即して実施することを標準とし、調査の細部については、本節6.3緊急時に実施する調査等によるものとする。

<参考となる資料>

火山砂防のための調査については、下記の資料が参考となる（以降、「第6節火山砂防のための調査」において同じ。）。

- 1) 火山砂防計画策定指針，令和5年3月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部。
- 2) 火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，令和5年3月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部。

6. 2 平常時に実施する調査**6. 2. 1 ハード対策に関する調査****（1）対象とする現象と規模に関する調査****<考え方>**

ハード対策の対象とする現象と規模に関する調査は、対象とする火山において、対象とする現象を決めるとともに、その対策の規模を設定するために行うものである。

<標準>

ハード対策の対象とする現象と規模に関する調査は、以下の項目について実施することを標準とする。

- ・過去の噴火活動履歴や土砂移動実績
- ・現在の火山活動状況、火山災害警戒地域の社会的特性
- ・当該火山で発生する可能性が高い噴火による噴出量
- ・火山の特性による流出土砂量

<参考となる資料>

降灰斜面の侵食に起因した土石流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. 243，（社）全国治水砂防協会，2001.

対象とする現象と規模に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 2) 火山噴火に起因した土砂災害予想区域図作成の手引き（案），平成 25 年 3 月，国土交通省河川局砂防部.

（２） 施設配置計画に関する調査**<考え方>**

施設配置計画に関する調査は、対象とする現象の規模に応じて合理的かつ効果的な施設配置計画を検討することを目的として行うものである。

<標準>

施設配置計画に関する調査は、本節 6. 2. 1（１）対象とする現象と規模に関する調査で設定する土砂量等を踏まえ、施設適地のほか、避難場所や避難経路、要配慮者利用施設等の優先的に保全する施設を抽出することを標準とする。

また、降灰後土石流対策施設及び火山泥流対策施設において、その効果を数値シミュレーションにより評価するための調査を行うことを標準とする。

<参考となる資料>

施設配置計画に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 水山高久，下田義文：火山泥流対策砂防計画における対策工選定のためのフローチャート，新砂防，Vol144 No5，pp. 11-18，1992.

6. 2. 2 ソフト対策に関する調査**<考え方>**

ソフト対策に関する調査は、対象とする火山において、対象とする現象と、それに応じた土砂移動現象による人的被害の発生を防止・軽減するために行うものである。

<標準>

ソフト対策に関する調査は、本節 6. 2. 1 ハード対策に関する調査で行う項目に加え、以下の項目について調査することを標準とする。

- 1) 実績調査
- 2) 火山の特徴、現象の種類と頻度、規模に関する調査
- 3) 実績のある、あるいは発生が十分想定される現象の抽出
- 4) 数値シミュレーションの項目と範囲の設定
- 5) 現象毎の数値シミュレーション条件の設定
- 6) 数値シミュレーションの実施と結果のとりまとめ
- 7) 現象毎の土砂災害予想区域図の作成
- 8) 土砂災害予想区域図の総合化

<例 示>

土砂災害予想区域図の作成にあたって、降灰区域等の推定、降雨の想定手法を、以下に例示する。

1) 流域ごとの山腹斜面における降灰区域等の推定

ハード対策の対象とする現象と規模の噴火が発生した際の降灰区域、土石流発生場（ガリ一、表層崩壊等の発生区域）、土石流流下場（溪床堆積土砂の侵食区間を含む）、土石流堆積場、保全対象を想定し、これらを示した詳細平面図を地理情報システムに対応するデジタルデータにより作成する。

2) 土石流発生までの降雨の想定

火山周辺の観測所ごとに、連続雨量、最大 24 時間雨量、最大時間雨量、上記連続雨量以前 1 週間の連続総雨量（前期降雨）を整理する。対象とする流域が広範囲であり、降雨量の分布を考慮する必要がある場合、解析雨量も整理する。

<参考となる資料>

「火山噴火に起因した土砂災害予想区域図の作成に関する調査」、「山腹斜面での降灰範囲の推定に関する調査」については、それぞれ下記の資料が参考となる。

- 1) 火山噴火に起因した土砂災害予想区域図作成の手引き（案），平成 25 年 3 月，国土交通省河川局砂防部。
- 2) 水野正樹，堤宏徳，岡崎敏，柴山卓史，平田育士，本田健，杉本惇，林真一郎：降灰厚と複数時期 SAR 画像間のコヒーレンス低下の関係に基づく降灰範囲抽出手法と適用性 砂防学会誌，Vol. 72 No. 6，2020。

6. 2. 3 緊急ハード対策に関する平常時の調査**<考え方>**

緊急ハード対策に関する平常時の調査は、緊急時のハード対策を迅速かつ効率的に実施するために、平常時から準備しておくべき事項を定めるために行うものである。

<標準>

緊急ハード対策に関する平常時の調査は、本節 6. 2. 1 ハード対策に関する調査で行う項目に加え、以下の項目のための調査を行うことを標準とする。ただし、調査内容及び手法の検討にあたっては、調査を噴火等の緊急時に実施することに鑑み、作業員の安全性の確保を前提として、調査の目的に見合った優先度、実施時期に留意すること。

- 1) 対策工の配置
- 2) 工種・工法・構造の検討
- 3) 施工のための仮設工等の検討
- 4) 施工に要する時間の検討
- 5) 施工優先度の検討
- 6) 対策の効果の確認

6. 2. 4 緊急ソフト対策に関する平常時の調査**<考え方>**

緊急ソフト対策に関する平常時の調査は、緊急時のソフト対策を迅速かつ効率的に実施するために、平常時から準備しておくべき事項を定めるために行うものである。

<標準>

緊急ソフト対策に関する平常時の調査は、本節 6. 2. 2 ソフト対策に関する調査で行う項目に加え、以下の項目について調査を行うことを標準とする。ただし、調査内容及び手法の検討にあたっては、調査の目的に見合った優先度、実施時期、また作業員の安全性の確保に留意すること。

- 1) 緊急時に実施する調査内容の検討
- 2) 監視機器の緊急的な整備
- 3) 工事、調査等作業のための安全管理
- 4) リアルタイムハザードマップの作製
- 5) 情報通信設備の緊急的な整備

<例示>

緊急時に実施する調査内容の検討にあたって、降灰範囲及び降灰厚の推定、堆積した火山灰の採取手法を、以下に例示する。

1) 山腹斜面での降灰範囲及び降灰深の推定

降灰範囲を迅速に把握するため、航空機等から把握した事例が多い。具体的には、航空写真から作成したオルソ画像により降灰の範囲を推定した事例がある他、ヘリコプターからの目視結果を図上に整理して把握した事例がある。また、降灰範囲が広域にわたる場合には、人工衛星から取得した合成開口レーダのデータを解析することで降灰の範囲を推定する方法も考えられる。噴火警戒レベルの引き上げにより山麓への立ち入りが困難となる場合が多いため、降灰深は、ヘリコプターからの目視、写真・動画からの判読、その他によって複数計測する。既設の CCTV で確認可能な範囲に設置した標尺等から降灰深を計測する手法も考えられる。

2) 道路等に堆積した火山灰の採取

火山灰の浸透能等の特性を把握するため、立ち入り許可区域において、道路や家屋等に堆積した火山灰を採取し、採取日時、場所の情報を記録する。

<参考となる資料>

山腹斜面での降灰範囲の推定に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 水野正樹，堤宏徳，岡崎敏，柴山卓史，平田育士，本田健，杉本惇，林真一郎：降灰厚と複数時期 SAR 画像間のコヒーレンス低下の関係に基づく降灰範囲抽出手法と適用性 砂防学会誌，Vol. 72 No. 6，2020.

6. 3 緊急時に実施する調査**6. 3. 1 火山噴火時等緊急時の対策に関する調査****(1) 緊急時の初動対応に関する調査****<考え方>**

緊急時の初動対応に関する調査は、火山噴火時にその状況を把握し、緊急的に対応すべき現象を特定し、緊急ハード対策、緊急ソフト対策の調査を実施するか否かを判断するために行うものである。

<標準>

緊急時の初動対応に関する調査は、噴火活動の状況を踏まえ、作業員の安全性が確保される範囲、手法において、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 火山灰等が1 cm以上の厚さで堆積している範囲が占める割合
- 2) 山間部における河川のうちその勾配が10度以上である部分の最も下流の地点より、下流の部分に隣接する土地の区域に存する居室を有する建築物の数

また、上記調査の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査の着手を決定した場合、作業員の安全性が確保される範囲、手法において、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 火山灰等の堆積状況
- 2) 上流域の顕著な地形変化
- 3) 下流の顕著な地形変化等

＜参考となる資料＞

緊急時の初動対応に関する調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流対策編），平成23年，国土交通省河川局砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター，（独）土木研究所土砂管理研究グループ。

（2） 緊急ハード対策に関する緊急時の調査

＜考え方＞

緊急ハード対策に関する緊急時の調査は、本節6.3.1（1）緊急時の初動対応に関する調査の結果、対応すべきと判断された現象について、その規模等を定め、的確な緊急ハード対策の実施に資することを目的とするものである。

＜標準＞

緊急ハード対策に関する緊急時の調査は、噴火活動の状況から、作業員の安全性が確保される範囲、手法において、本節6.2.3緊急ハード対策に関する平常時の調査のうち緊急減災対策の実施のために緊急的に実施すべき項目を行うことを標準とする。

＜参考となる資料＞

緊急ハード対策に関する緊急時の調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 火山噴火に起因した土砂災害予想区域図作成の手引き（案），平成25年3月，国土交通省河川局砂防部。

（3） 緊急ソフト対策に関する緊急時の調査

＜考え方＞

緊急ソフト対策に関する緊急時の調査は、本節6.3.1（1）緊急時の初動対応に関する調査の結果、対応すべきと判断された現象について、その規模等を定め、的確な緊急ソフト対策の実施に資することを目的とするものである。

＜必須＞

緊急時の初動対応に関する調査の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査に着手しなければならない状況であることを確認した場合は、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施することを必須とする。

<標準>

緊急ソフト対策に関する緊急時の調査は、噴火活動の状況から、作業員の安全性が確保される範囲、手法において、本節 6. 2. 4 緊急ソフト対策に関する平常時の調査のうち緊急減災対策の実施のために緊急的に実施すべき項目を行うことを標準とする。

<参考となる資料>

緊急ソフト対策に関する緊急時の調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流対策編），平成 23 年（平成 28 年 3 月一部改訂），国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所土砂災害研究部，（国研）土木研究所土砂管理研究グループ。
- 2) 火山噴火に起因した土砂災害予想区域図作成の手引き（案），平成 25 年 3 月，国土交通省河川局砂防部。

第7節 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策のための調査**7. 1 総説****<考え方>**

深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策のための調査は、降雨や地震及び融雪等により発生した深層崩壊に起因する土石流、及び河道が閉塞して形成された天然ダムによって引き起こされる天然ダム上流域の保全対象の浸水や天然ダムの決壊による大規模な土石流、土砂・洪水氾濫等を対象として実施するものである。

なお、本節における「天然ダム」とは、深層崩壊等に伴う大量の土砂移動で生じた河道閉塞により湛水する現象を指す。

<標準>

深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策のための調査は、深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害が予測できる場合に事前に行うハード対策及びソフト対策のための調査と、天然ダム形成後の調査、深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査を行うことを標準とする。

災害調査は、第 10 章災害調査に即して実施することを標準とし、調査の細部については、本章第 7 節 7. 5 天然ダム形成後の緊急対策に関する調査及び 7. 6 深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査等によるものとする。

7. 2 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策の基本方針策定のための調査**7. 2. 1 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討のための調査****（1）基本的な考え方****<考え方>**

深層崩壊が発生した場合に生じる現象・被害を想定するにあたり、将来の深層崩壊発生箇所、規模等を予測する十分な手法がないため、過去に発生した深層崩壊と同規模の深層崩壊が同程度の頻度で今後も発生すると想定するものである。ただし、既往実績によらず、詳細な調査・斜面の危険度評価に基づき、深層崩壊のおそれのある斜面の位置・規模等を想定することが可能な場合、これを用いることが望ましい。

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出は、調査結果を踏まえ当該地域で発生する可能性がある深層崩壊の特徴を分析し、深層崩壊検討分割領域ごとの今後想定される深層崩壊現象を設定するために行うものである。

なお、「蓋然性の高い深層崩壊現象」とは、図 17-7-1 に示す①、②の両方を包含するもので、ハード対策は、基本的には、①を対象とし、施設の配置、規模を決定する。一方、ソフト対策は、①のみならず②を含む全ての深層崩壊に起因する土砂災害を対象とすることを基本とする。

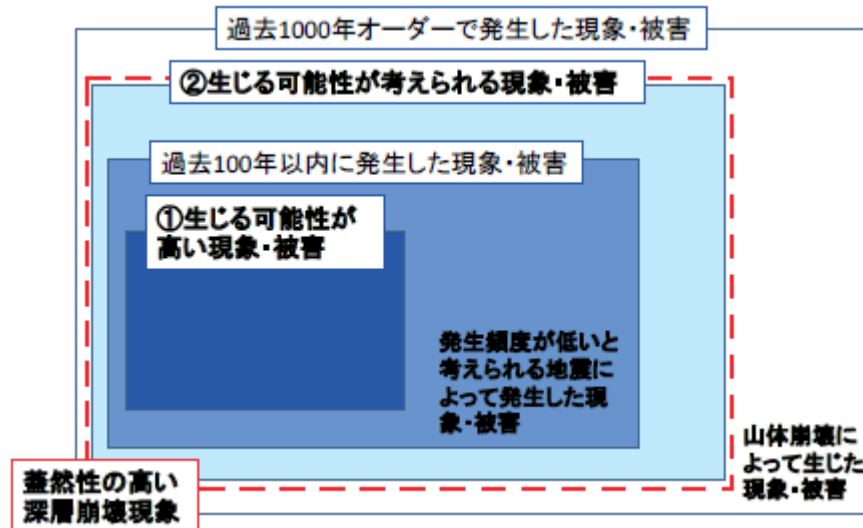


図 17-7-1 各現象の関係

<標準>

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討は、対象地域で今後、発生する可能性のある深層崩壊現象を把握するために実施することを標準とする。

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討は、過去に発生した深層崩壊の発生実績をもとに

- 1) 深層崩壊規模と形状
- 2) 土石等の流下形態
- 3) 深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴
- 4) 深層崩壊発生頻度（発生時期）
- 5) 災害概要

に着目して分析することによって、今後発生するおそれのある蓋然性の高い深層崩壊現象を抽出する。蓋然性の高い深層崩壊現象の検討は、対象地域内の深層崩壊検討分割領域ごとに行う。なお、蓋然性の高い深層崩壊現象とは過去に発生した深層崩壊の発生実績を踏まえ、今後発生する可能性の高い深層崩壊現象のことをいう。

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出にあたっては、①生じる可能性が高い現象・被害、②生じる可能性が考えられる現象・被害のそれぞれについて、深層崩壊検討分割領域ごとに把握する。具体的には、①は当該地域において、過去概ね 100 年以内に発生した災害と同等規模程度を想定し、②は当該地域及びその周辺において発生した既往最大規模を想定する。文献等の情報に基づき、②の想定を行う場合、過去概ね 1000 年オーダーの期間に発生した現象と同等規模程度の現象を対象とすることとし、地質年代（数万年オーダー及びそれ以上以前）等で起きた現象までは対象としない。

<参考となる資料>

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 蒲原潤一，内田太郎：深層崩壊対策技術に関する基本的事項，国土技術政策総合研究所資料，第 807 号，2014.

(2) 深層崩壊規模・形状の調査

＜考え方＞

深層崩壊跡地に関する過去の調査結果を活用する場合には、空中写真判読した結果を検証することが望ましい。また、深層崩壊跡地の判読にあたっては、滑落崖や小崖地形等の微地形要素の分布状況や崩壊土砂の流下・堆積痕跡も勘案する。

＜標準＞

深層崩壊規模・形状の調査は、深層崩壊検討分割領域ごとに、過去の深層崩壊を対象に以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・深層崩壊跡地に関する過去の調査結果を用いた調査
- ・深層崩壊跡地の空中写真やLP等での判読、地形図判読
- ・文献（都道府県や市町村の災害史、気象庁の気象災害報告等）による調査

＜参考となる資料＞

深層崩壊規模・形状の調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 土木研究所土砂管理研究グループ火山・土石流チーム：深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究，土木研究所資料，第 4333 号，2016.

(3) 深層崩壊に起因する土石等の流下形態の調査

＜考え方＞

深層崩壊に起因する土石等の流下形態は深層崩壊規模によって異なることが明らかにされてきた。また、深層崩壊に起因する土石等の流下形態は発生・流下場所の地形の影響も受ける。そこで、1つの深層崩壊検討分割領域であっても、崩壊規模や地形条件によって分類した上で、蓋然性の高い深層崩壊に起因する土石等の流下形態の整理を行うことは有効である。

＜標準＞

深層崩壊に起因する土石等の流下形態の調査は、過去の深層崩壊を対象に、以下の分類ごとの発生数について整理し、蓋然性の高い深層崩壊に起因する土石等の流下形態を把握することを標準とする。以下の分類以外にも、また、増水した河川等に崩壊土砂が流入した場合は、対岸や上下流等においても被害が生じる場合があることにも留意する。

- 1) 天然ダムタイプ
- 2) 土石流タイプ
- 3) 崩土の直撃タイプ

土石等の流下形態の分類は、深層崩壊検討分割領域ごとに行うことを標準とする。また、土石等の流下形態の分類は、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・ 深層崩壊跡地に関する過去の調査結果を用いた調査
- ・ 深層崩壊跡地周辺の空中写真やLP等での判読、地形図判読
- ・ 文献（都道府県や市町村の災害史、気象庁の気象災害報告等）による調査

＜参考となる資料＞

深層崩壊に起因する土石等の流下形態の調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第983号，2017.
- 2) 西口幸希，内田太郎，田中健貴，蒲原潤一，奥山遼佑，日名純也，松原智生，桜井亘：深層崩壊の発生に伴う土砂移動現象と被害発生位置の実態，砂防学会誌，Vol. 68 No. 6，pp. 31-41，2016.
- 3) 内田太郎，岡本敦：崩壊土砂の流動化量に関する一考察，土木技術資料，Vol. 55 No. 7，pp. 32-35，2013.
- 4) Kharismalatri, H. S., Ishikawa, Y., Gomi, T., Shiraki, K., Wakahara, T. : Collapsed material movement of deep-seated landslides caused by Typhoon Talas 2011 on the Kii Peninsula, Japan, International Journal of Erosion Control Engineering, 2017.

（４） 深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴の調査

＜考え方＞

深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴は、1つの深層崩壊検討分割領域であっても、発生箇所の地形・地質的特徴は1つに決まらず、複数の特徴を有する箇所で発生している可能性がある。そこで、1つの深層崩壊検討分割領域であっても、領域を地質・地形条件によって細分類した上で、蓋然性の高い深層崩壊に起因する地形・地質的特徴の整理を行うことは有効である。

＜標準＞

深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴の調査は、深層崩壊検討分割領域ごとに、過去の深層崩壊を対象に以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・ 深層崩壊跡地に関する過去の調査結果を用いた調査
- ・ 地形図、地質図による調査

＜参考となる資料＞

深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴の調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第983号，2017.
- 2) 田中健貴，吉村元吾，菅原寛明，船越和也，染谷哲久，岡野和行：高精度地形データを用いた深層崩壊斜面の地形的特徴に関する研究，砂防学会誌，Vol. 71 No. 5，pp. 3-10，2019.

(5) 深層崩壊の発生頻度の調査**＜考え方＞**

過去概ね 100 年程度の発生頻度を推定することを主たる対象とし、それより長期間の発生頻度については、発生時期の推定が可能であった場合に限り推定することとする。また、発生頻度が低いと考えられる誘因により発生した深層崩壊が対象期間に含まれる場合は、推定した発生頻度は将来の発生頻度とは必ずしも一致しないと考えられる。そこで、発生頻度の検討にあたっては、降雨等による深層崩壊と地震等による深層崩壊とに分類して検討する。なお、当該地域の地震の発生状況については、地震調査研究推進本部事務局のホームページにて、各県ごとに過去に被害を及ぼした地震の発生年、規模、主な被害状況や、主要な断層帯の平均活動間隔等が整理されているほか、気象庁震度データベース検索ホームページにて、最大震度等を検索することができるため、これらを参考にすることができる。

＜標準＞

深層崩壊発生頻度の検討は、深層崩壊検討分割領域ごとに、深層崩壊発生時期の情報を元に、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・ 深層崩壊発生実績に基づく方法
過去の当該領域の深層崩壊発生実績を踏まえ、過去の当該領域の深層崩壊の発生頻度を把握する方法。
- ・ 降雨特性に基づく方法
深層崩壊発生時の降雨の特性を把握し、当該特性の降雨の発生確率から当該領域の深層崩壊の発生頻度を類推する方法。

＜参考となる資料＞

深層崩壊の発生頻度の調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 地震調査研究推進本部事務局：地震本部，<http://www.jishin.go.jp/>，参照 2017-3-24.
- 3) 気象庁：震度データベース検索，
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>，参照 2017-3-24.
- 4) 内田太郎，泉山寛明，林真一郎，丹羽論，井戸清雄，佐藤敏明，若林栄一，蒲原潤一：深層崩壊の発生確率評価手法に関する検討，砂防学会誌，Vol. 67 No. 3，pp. 3-13，2014.
- 5) 内田太郎，岡本敦：深層崩壊を引き起こした降雨の特徴，土木技術資料，Vol. 54 No. 11，pp. 32-35，2012.

(6) 過去に発生した深層崩壊を伴う災害概要の調査**＜考え方＞**

過去に発生した深層崩壊を伴う災害概要の調査は、検討対象地域で発生した代表的な過去の深層崩壊及びその他関連する事象の発生状況を把握するために行うものである。

＜標準＞

過去に発生した深層崩壊を伴う災害概要の調査は、過去の代表的な災害について、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・ 深層崩壊跡地に関する過去の調査結果を用いた調査結果
- ・ 文献（都道府県や市町村の災害史、気象庁の気象災害報告等）による調査
- ・ 聞き取りによる調査

＜参考となる資料＞

過去に発生した深層崩壊を伴う災害概要の調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

（７） 蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出

＜考え方＞

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出は、調査結果を踏まえ当該地域で発生する可能性がある深層崩壊の特徴を分析し、深層崩壊検討分割領域ごとの今後想定される深層崩壊現象を設定するために行うものである。

＜標準＞

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出は、深層崩壊検討分割領域ごとに、以下の調査結果に基づいて行うことを標準とする。

- ・ 過去に発生した深層崩壊規模・形状の調査
- ・ 過去に発生した深層崩壊に起因する土石等の流下形態の調査
- ・ 過去に発生した深層崩壊発生箇所の地形・地質的特徴の調査
- ・ 過去に発生した深層崩壊の発生頻度の調査
- ・ 過去に発生した深層崩壊を伴う災害概要の調査

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出にあたっては、①生じる可能性が高い現象・被害、②生じる可能性が考えられる現象・被害のそれぞれについて、深層崩壊検討分割領域ごとに把握する。具体的には、①は当該地域において、過去概ね 100 年以内に発生した災害と同等規模程度を想定し、②は当該地域及びその周辺において発生した既往最大規模を想定する。文献等の情報に基づき、②の想定を行う場合、過去概ね 1000 年オーダーの期間に発生した現象と同等規模程度の現象を対象とすることとし、地質年代（数万年オーダー及びそれ以上以前）等で起きた現象までは対象としない。

＜参考となる資料＞

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 蒲原潤一，内田太郎：深層崩壊対策技術に関する基本的事項，国土技術政策総合研究所資料，第 807 号，2014.

7. 2. 2 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害被害想定実施箇所の絞り込みのための調査

（１） 基本的な考え方

＜考え方＞

深層崩壊に起因する土砂現象は数値計算により、ある程度想定できることが示されてきたことから、数値計算により深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害の想定を実施するものであ

る。しかし、蓋然性の高い深層崩壊現象のすべてを対象に数値計算を行うことは、非常に数多くのケースを対象に計算を実施する必要が生じうる。数多くのケースの数値計算の実施には相当程度時間・労力が必要となる場合がある。そこで、本項では、蓋然性の高い深層崩壊現象のうち、大規模土砂災害被害の想定を行うケースの絞り込み、優先順位の検討を行う際の留意点を示す。

＜標準＞

大規模土砂災害被害の想定を行うケースの絞り込みは、以下の点を考慮し、実施することを標準とする。

- ・ 蓋然性の観点からの想定する現象の発生場所・規模の絞り込み
- ・ 被害発生の可能性の観点からの想定する発生場所の絞り込み
- ・ 地形条件の観点からの想定する現象の絞り込み

＜参考となる資料＞

深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害被害想定実施箇所の絞り込みのための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

（２） 蓋然性の観点からの想定する現象の発生場所・規模の絞り込み

＜考え方＞

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づき想定する深層崩壊の発生場所の絞り込みにおいては、深層崩壊発生場所の地形・地質的特徴の合致する範囲を蓋然性の高い深層崩壊発生のおそれのある範囲として想定するものである。

また、深層崩壊は過去の深層崩壊の跡地周辺で発生しやすいことが確認されてきた。そこで、過去の深層崩壊跡地周辺も蓋然性の高い深層崩壊発生のおそれのある範囲として想定するものである。

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づき想定する深層崩壊規模の絞り込みにおいては、標準的な規模と想定される最大規模を用いる。ただし、過去概ね 100 年以内に発生した最大規模が、標準的な規模と想定される最大規模と大きく異なる場合は、過去概ね 100 年以内に発生した最大規模についても検討する（図 17-7-2）。

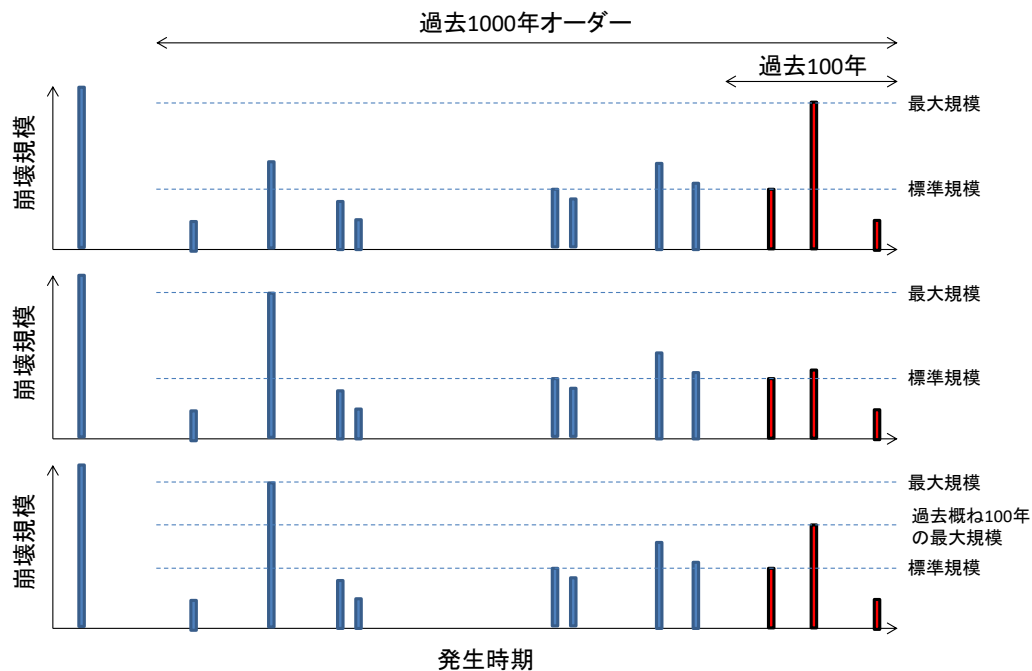


図 17-7-2 過去概ね 100 年以内に発生した最大規模と標準的な規模と想定される最大規模の関係に関するイメージ

<標準>

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づき想定する深層崩壊の発生場所の絞り込みは、以下の手法の組合せによって行うことを標準とする。

- ・ 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づく設定
- ・ 深層崩壊溪流（小流域）レベル評価マップによる設定
- ・ 深層崩壊跡地の分布状況に基づく設定
- ・ 詳細な現地調査に基づく設定

ただし、詳細な現地調査については、精度の確認、汎用性の検証等、更なる検証を必要とする部分がある場合があるため適宜活用することとする。

蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づき想定する深層崩壊規模の絞り込みにおいては、深層崩壊に起因する被害想定を行うため、深層崩壊の土砂量を設定する。深層崩壊の規模の設定は、以下の手法によって標準的な規模と想定される最大規模の 2 ケースについて設定を行うことを標準とする。

- ・ 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討に基づき設定
- ・ 詳細な現地調査等に基づく設定

<例示>

深層崩壊のおそれのある範囲の設定に関する詳細な現地調査として、以下の例がある。

- ・ 空中写真・レーザプロファイラ等による小規模な斜面変形に関する調査
- ・ ボーリング調査、空中電磁探査等による地盤構造調査

- ・水質水文調査による地下水理構造、地下水流動に関する調査
- ・上記を組み合わせた手法

＜参考となる資料＞

蓋然性の観点からの想定する現象の発生場所・規模の絞り込みについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎, 桜井亘, 鈴木清敬, 萬徳昌昭: 深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法, 国土技術政策総合研究所資料, 第 983 号, 2017.
- 2) 木下篤彦, 柴田俊, 山越隆雄, 中谷洋明, 加藤智久, 河戸克志, 奥村稔, 三田村宗樹, 松井保: 2011 年に深層崩壊が発生した奈良県十津川村栗平地区における比抵抗探査を用いた断層沿いの地下水流入過程の検討, 日本地すべり学会誌, Vol. 58 No. 1, pp. 40-47, 2021.

(3) 被害発生の可能性の観点からの想定する深層崩壊の発生場所の絞り込み

＜考え方＞

蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、下流の保全対象までの距離が十分に長い等、深層崩壊による被害が発生するおそれが高い箇所・区間が存在する。このため、被害が発生するおそれが高い箇所・区間については、大規模土砂災害被害想定において深層崩壊の発生を想定すべき箇所・区間から除外する。

＜標準＞

被害発生の可能性の観点から想定する深層崩壊の発生場所の絞り込みは、以下の手法により実施することを標準とする。

- ・深層崩壊規模、深層崩壊に起因する土石の流下形態、深層崩壊地から集落までの距離の関係の分析

＜参考となる資料＞

被害発生の可能性の観点からの想定する深層崩壊の発生場所の絞り込みについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎, 桜井亘, 鈴木清敬, 萬徳昌昭: 深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法, 国土技術政策総合研究所資料, 第 983 号, 2017.

(4) 地形条件の観点からの想定する現象の規模の絞り込み

① 深層崩壊規模の絞り込み

＜考え方＞

斜面の高さより大きい崩壊高さの斜面崩壊は発生しないことから、各箇所想定する深層崩壊の最大規模は各箇所の斜面の比高に基づき、上限を設定するものである。

＜標準＞

地形条件の観点から想定する崩壊規模の絞り込みは、以下の手法により実施することを標準とする。

- ・斜面の比高に基づく崩壊規模の絞り込み

<参考となる資料>

深層崩壊規模の絞り込みについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

② 天然ダムタイプの絞り込み

<考え方>

斜面で発生した深層崩壊に起因する土砂が直下の溪流で天然ダムを形成するか否かについては河床勾配など地形条件等の影響を受ける。そのため、蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、地形条件から見て天然ダムの形成のおそれが低い箇所・区間が抽出できる。このような箇所については、大規模土砂災害被害想定において天然ダムの形成を想定すべき箇所・区間から除外する。また、当該区間に隣接する斜面の比高より高い天然ダムは想定されないため、斜面の比高を上限とし、想定される箇所・区間ごとの最大の天然ダムの高さを設定する。

天然ダムは継続時間の観点から、「短時間決壊型の天然ダム」、「長期間継続型の天然ダム」に大別される。このうち、「長期間継続型の天然ダム」は形成後、一定の対策が実施できる可能性が考えられる。そこで、大規模土砂災害被害想定においては、「短時間決壊型の天然ダム」による被害想定を優先的に実施すべきであると考えられる。そこで、「長期間継続型の天然ダム」となることが考えられる箇所・区間を除外する。さらに、各区間において「短時間決壊型の天然ダム」となると考えられる天然ダム湛水容量の上限値について把握し、大規模土砂災害被害想定を実施することもケースの絞り込みにおいて有効である。

<標準>

地形条件の観点からの想定する天然ダム形成箇所・高さの絞り込みは、以下の手法により実施することを標準とする。

- ・河床勾配に基づく天然ダム形成箇所の絞り込み
- ・斜面の比高に基づく天然ダムの高さの絞り込み

地形条件の観点からの天然ダムの継続時間に基づく想定する天然ダム形成箇所・高さの絞り込みは、以下の手法により実施することを標準とする。

- ・流域面積と湛水容量の関係に基づく天然ダム形成箇所・高さの絞り込み

<参考となる資料>

天然ダムタイプの絞り込みについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

③ 土石流の発生区間・規模の絞り込み

<考え方>

斜面で発生した深層崩壊に起因する土砂が土石流化するか否かについては流入角度、河床勾配など地形条件等に依存する。そのため、蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、地形条件から見て土石流化のおそれが低い区間や土石流化する可能性の低

い土砂量が抽出できる。このような区間・規模については、大規模土砂災害被害想定において深層崩壊に起因する土砂の土石流化を想定する区間・規模から除外する。

<標準>

地形条件の観点からの想定する土石流の発生区間・規模の絞り込みは、以下の手法により実施することを標準とする。

- ・河床勾配・流入角度等に基づく土石流の発生区間・規模の絞り込み

<参考となる資料>

土石流の発生区間・規模の絞り込みについては、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

7. 2. 3 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害の被害想定のための調査

(1) 基本的な考え方

<考え方>

深層崩壊に起因する大規模土砂災害の被害想定は、蓋然性の高い深層崩壊現象のうち、前項で除外したケースを除き全ケースについて実施することが望ましい。しかし、全ケースを短時間で実施することが難しい場合、保全対象の分布状況を踏まえて、領域を細分（図 17-7-3）した上で、分割した単位ごとに想定すべき現象を網羅するように被害想定を実施することが有効である。ただし、被害想定を実施するにあたっては被害の規模の大小や類似性を考慮し、効率的に進めることが望ましい。また、被害想定は全ての細分した単位に対して行うことを基本とするが、深層崩壊の頻度や過去の被害の有無、保全対象の重要性等を踏まえて、必要に応じて優先順位を設定する。1つの斜面であっても、複数の深層崩壊に起因する土石等の流下形態が生じるおそれがある場合は、それらすべてを蓋然性の高い深層崩壊に起因する土石等の流下形態とすることが望ましい。

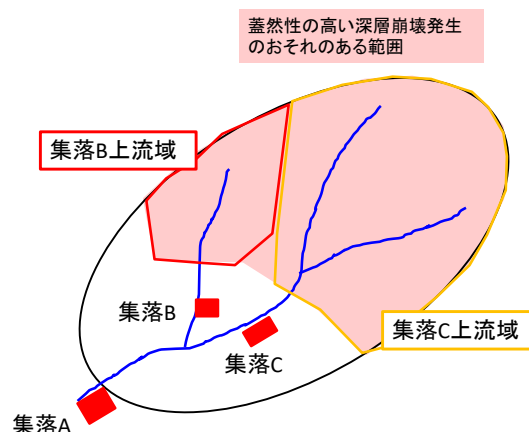


図 17-7-3 領域分割のイメージ

<標準>

深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定は、蓋然性の高い深層崩壊現象に対して、深層崩壊に起因する被害を想定するために行う。深層崩壊に起因する土砂移動現象は、数値計算により、あ

る程度想定できることが示されてきたことから、深層崩壊に起因する大規模土砂災害の被害想定は数値計算により実施することを標準とする。

一方、深層崩壊に起因する大規模土砂災害の被害を想定すべき条件が数多くある場合がある。その場合、被害の規模の大小や類似性を考慮し、効率的に進めることが望ましい。

深層崩壊に起因する土石等の流下形態の設定は、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・蓋然性の高い深層崩壊現象による設定

＜参考となる資料＞

深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

（２） 天然ダムタイプの被害想定のための調査

＜考え方＞

天然ダムタイプの被害範囲の検討は、天然ダムに起因する湛水被害範囲と天然ダム決壊にともなう氾濫被害範囲を設定するために行うものである。

＜標準＞

天然ダムタイプの被害範囲の検討は、蓋然性の高い深層崩壊現象のうち、本節 7. 2. 2 及び 7. 2. 3（１）で抽出した現象について検討することを標準とする。

天然ダムの形成箇所・天然ダムの形状・天然ダム湛水池上流の流入ハイドログラフについては、実績に基づき条件を設定することを標準とする。地形条件、土石の粒径等については、現地調査に基づき条件を設定することを標準とする。なお、既往調査結果を用いて条件設定を行ってもよい。

これら条件を用いて、数値シミュレーションにより被害範囲を算出することを標準とする。

＜参考となる資料＞

天然ダムタイプの被害想定のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.

（３） 土石流タイプの被害想定のための調査

＜考え方＞

土石流タイプの被害範囲の検討は、深層崩壊が土石流化して流下した場合の氾濫被害範囲を設定するために行うものである。

＜標準＞

土石流タイプの被害範囲の検討は、蓋然性の高い深層崩壊現象のうち、本節 7. 2. 2 及び 7. 2. 3（１）で抽出した現象について検討することを標準とする。

地形条件、土石の粒径等については、現地調査に基づき条件を設定することを標準とする。なお、既往調査結果を用いて条件設定を行ってもよい。

これら条件を用いて、数値シミュレーションにより被害範囲を算出することを標準とする。

＜参考となる資料＞

土石流タイプの被害想定のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017。

（４） 崩土の直撃タイプの被害想定のための調査**＜考え方＞**

崩土の直撃タイプの被害範囲の検討は、深層崩壊に起因する崩土の直撃による被害範囲を設定するために行うものである。

＜標準＞

崩土の直撃タイプの被害範囲の検討は、蓋然性の高い深層崩壊現象のうち、本節 7. 2. 2 及び 7. 2. 3（１）で抽出した現象について検討することを標準とする。

地形条件、土石の粒径等については、現地調査に基づき条件を設定することを標準とする。なお、既往調査結果を用いて条件設定を行ってもよい。

これら条件を用いて、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・運動方程式に基づく方法
- ・数値シミュレーションに基づく方法
- ・過去の崩土の到達実績に基づく方法

また、増水した河川等に崩壊土砂が流入した場合は、対岸や上下流等においても被害が生じる場合があることにも留意する。

＜参考となる資料＞

崩土の直撃タイプの被害想定のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017。

7. 3 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害が予測できる場合に事前に行うハード対策のための調査**＜考え方＞**

施設配置計画に関する調査は、現地の地形条件、地域計画、景観、環境等を総合的に勘案して合理的かつ効果的なものとするを目的として実施するものである。

＜標準＞

深層崩壊に起因する土砂災害に対するハード対策の計画の立案において、対策施設に求める機能や外力の設定手法は、深層崩壊で生じた土石等の流下機構・形態に強く依存する。そのため、計画対象とする現象を決定し、土石等の流下機構・形態に則した対策手法を用いることを標準とする。

＜参考となる資料＞

深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策施設配置計画のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 蒲原潤一，内田太郎：深層崩壊対策技術に関する基本的事項，国土技術政策総合研究所資料，第 807 号，2014.

7. 4 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害に対するソフト対策のための調査

＜考え方＞

ソフト対策に関する調査は、蓋然性の高い深層崩壊現象に対して、深層崩壊に起因する人的被害の発生を防止・軽減することを目的として事前に実施するものである。

なお、深層崩壊発生後に長時間継続型の天然ダムの切迫性評価と被害の恐れのある区域の作成のために緊急的に実施する調査については、本章第 8 節 8. 3. 2 によるものとする。

＜標準＞

深層崩壊発生時の切迫性を評価する手法や、被害のおそれのある区域の予測手法は、深層崩壊で生じた土石等の流下機構・形態によって異なる。そのため、対象とする現象を決定し、現象に則した評価・予測手法を用いることを標準とする。

＜例示＞

深層崩壊にも対応可能な警戒避難体制の構築を目指して、深層崩壊に対応した「土砂災害地域防災マップ」作成の手順とポイントを解説した『土砂災害地域防災マップづくり ガイドライン』を作成し、住民が主体的に「土砂災害地域防災マップ」を作成するとともに地域の特性を活かした実践的な警戒避難のしくみ作りを話し合うよう支援した取組の事例がある。

＜参考となる資料＞

深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害に対するソフト対策のための調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 内田太郎，桜井亘，鈴木清敬，萬徳昌昭：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法，国土技術政策総合研究所資料，第 983 号，2017.
- 2) 蒲原潤一，内田太郎：深層崩壊対策技術に関する基本的事項，国土技術政策総合研究所資料，第 807 号，2014.
- 3) 奈良県：土砂災害地域防災マップづくりガイドライン，
http://www3.pref.nara.jp/doshasaigai/data/GUID_guidline.pdf，p. 18，参照 2017-3-24，2015.

7. 5 天然ダム形成後の緊急対策に関する調査

7. 5. 1 天然ダム形成前から実施する緊急対策に関する調査

＜考え方＞

天然ダム形成前から実施する緊急対策に関する調査は、天然ダムの形成検知、天然ダム形成後に実施する対策を速やかに行うために行うものである。

＜標準＞

天然ダム形成前から実施する緊急対策に関する調査は、以下の手法のうち適切な手法により行うことを標準とする。

- ・現地調査（流砂水文観測）
- ・机上調査

天然ダム形成前から実施する緊急対策に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 流量及び濁度の変化による天然ダム形成の確認
- 2) 流出解析に必要な係数の特定

7. 5. 2 天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査

＜考え方＞

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、大規模な降雨又は地震後に速やかに、天然ダムの形成場所の特定や対策及び土砂災害防止法に基づく緊急調査の必要性等を評価するために行うものである。

＜標準＞

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、以下の手法によって行うことを標準とする。

- ・雨量、流量、地盤振動等による大規模な土砂移動の統合監視
- ・衛星画像による天然ダム発生箇所の推定
- ・ヘリコプター等による目視

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 天然ダムの形成位置
- 2) 天然ダムの概略形状
- 3) 天然ダム上流の湛水の有無
- 4) 天然ダムからの越流の有無
- 5) 上下流域の保全対象の有無
- 6) 天然ダム形成に伴う被災の有無

1)～6)に基づき、災害の拡大の危険性について検討し、対策の必要性の評価を行うことを標準とする。

＜参考となる資料＞

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編），平成23年4月，平成28年4月一部改訂，国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所土砂災害研究部，国立研究開発法人土木研究所土砂管理研究グループ。
- 2) 石塚忠範，山越隆雄，武澤永純：大規模土砂移動検知システムにおけるセンサー設置マニュアル（案），土木研究所資料，第4229号，2012。

- 3) 近畿地方整備局, 大規模土砂災害対策技術センター, 紀伊山系砂防事務所: 紀伊山地における大規模河道閉塞(天然ダム)対策の考え方(案), 2017.

7. 5. 3 天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査

(5) 天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査

<考え方>

天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、上流域の湛水・天然ダムの決壊に伴い発生する土石流等に対するハード対策の方針、及び規模を設定するために行うものである。

<標準>

天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、以下の手法のうち適切な手法により行うことを標準とする。

- ・資料調査
- ・現地調査 (ヘリコプター等による目視, 湛水位等の観測, 航空レーザ測量等による地形調査)

天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 天然ダムの形状
- 2) 天然ダムの構成材料 (粒度分布等)
- 3) 天然ダム形成箇所周辺の地形
- 4) 天然ダム上流の湛水位・流入流量
- 5) 天然ダムからの流出流量
- 6) 天然ダムの侵食状況
- 7) 上下流域の保全対象の状況

1) ～ 7) に基づき、天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、河床変動計算等の数値シミュレーション等を用いて、以下の項目について把握することを標準とする。

- ・天然ダム堤体の侵食に対する安定性
- ・天然ダム決壊に伴い発生する土石流等の規模

(6) 応急的なハード対策に関する調査

<考え方>

応急的なハード対策に関する調査は、天然ダム形成後のハード対策を効果的かつ迅速に行うために行うものである。

<標準>

応急的なハード対策に関する調査は、応急的なハード対策の工種・工法や規模等を設定するために行う。応急的なハード対策に関する調査は、以下の手法のうち適切な手法により行うことを標準とする。

- ・現地調査（ヘリコプター等による目視、湛水位等の観測、航空レーザ測量等による地形調査、監視カメラ等による監視等）
- ・情報収集（道路状況、関連施設の状況等）

応急的なハード対策に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 天然ダム地点の雨量、天然ダムの流入流量・湛水位
- 2) 天然ダムからの流出流量
- 3) 天然ダム及びその周辺への資機材の運搬手段や運搬路
- 4) 施工機械及び資材の調達及び在庫状況
- 5) 天然ダム下流の既設の砂防設備の状況と諸元
- 6) 崩壊部及びその周辺の斜面の安定性

本節 8. 3. 2 (1) 河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査を踏まえた上で、1) ～6) に基づき現場状況を把握し、応急的なハード対策の工種・工法や規模等を設定する。

7. 6 深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査

<標準>

深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、警戒避難体制の検討等を実施するために行うことを標準とする。

<例示>

深層崩壊による土石流等の災害後の調査は、以下の項目等について行う場合がある。なお、深層崩壊等発生箇所の周辺では、斜面崩壊や地すべりの同時発生、湛水池への土石流流入で発生した段波による洪水被害等、様々な現象が発生しうることに留意して調査することが望ましい。また、流域内で河川の氾濫被害が生じている場合には、その状況を把握するとともに、深層崩壊に伴う土砂の生産と氾濫被害発生との関係性にも着目して調査を行うことが望ましい。

- 1) 土石流発生場の概要
- 2) 土石流流下場の概要
- 3) 土石流堆積場の概要
- 4) 土石流発生場～流下場～堆積場の土砂収支
- 5) 深層崩壊発生場の概要
- 6) 保全対象の状況

また、天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査は、以下の項目等について行う場合がある。

- 1) 天然ダムを形成させた斜面崩壊・地すべりの概要
- 2) 天然ダムの概要
- 3) 天然ダム決壊に至るまでの降雨の概要
- 4) 土石流流下場の概要
- 5) 土石流堆積場の概要

6) 土石流発生場～流下場～堆積場の土砂収支

<参考となる資料>

深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後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. 240-242，(社)全国治水砂防協会，2001.
- 2) 近畿地方整備局，大規模土砂災害対策技術センター，紀伊山系砂防事務所：紀伊山地における大規模河道閉塞(天然ダム)対策の考え方（案），2017.

第8節 土砂災害に対するソフト対策のための調査**8. 1 総説****<考え方>**

土砂災害に対するソフト対策のための調査は、流域等において、発生が想定される土砂災害による被害を防止・軽減するための対策を検討するための基礎資料を得るために行うものである。

<標準>

土砂災害に対するソフト対策のための調査は、警戒避難体制の整備のための調査と、土砂災害防止法に基づく緊急調査を行うことを標準とする。

8. 2 警戒避難体制の整備のための調査**<考え方>**

警戒避難体制の整備のための調査は、土砂災害の危険度が高まった時に、市町村長の避難指示発令や住民の自主避難の判断に資する情報の発表を行うために実施するものである。

<標準>

警戒避難体制の整備のための調査は、以下に示す項目を標準とする。

- 1) 過去の主な土砂災害の発生状況（発生日時、地形、地質、降雨、前兆現象、被害状況等）
- 2) 土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定状況
- 3) 都道府県・市町村の地域防災計画
- 4) 地域の特性（人口、年齢構成等）
- 5) 緊急輸送路・避難路の把握と土砂災害警戒区域等との関係
- 6) 広域避難地、一次避難地、広域防災拠点、地域防災拠点の把握と土砂災害警戒区域等との関係
- 7) 防災行政無線、衛星携帯電話、無線通信施設等の整備状況
- 8) 要配慮者利用施設（施設名、所在地、利用者数、連絡先等）の把握と土砂災害警戒区域等との関係
- 9) 土砂災害警戒情報の発表基準設定のための根拠資料、発表基準、情報伝達体制、発表実績等
- 10) 高齢者避難、避難指示等の具体的基準の設定状況、発令実績、情報伝達体制、住民の避難実績等
- 11) 土砂災害を想定した防災訓練の実施状況、防災意識啓発活動の状況

- 1 2) 降雨等、土砂災害発生誘因となる現象の観測状況（テレメータ雨量計、レーダ雨量計、監視カメラ、水位計、ワイヤーセンサー、振動センサー、光ケーブル等の整備状況）
- 1 3) 土砂災害ハザードマップの整備状況、公表・配布状況等
- 1 4) 自主防災組織、消防団等の設置・活動状況
- 1 5) 砂防ボランティア団体の設立・活動状況
- 1 6) 住民、自主防災組織、消防団等からの土砂災害の前兆現象等の情報伝達体制

土地利用規制・土地利用の誘導等に係る主な調査項目を以下に示す。

- 1) 都道府県・市町村の長期計画、土地利用計画等
- 2) 土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定状況
- 3) 土砂災害防止法に基づく特定開発行為の申請・許可等の実績
- 4) 土砂災害防止法に基づく移転等の勧告の実績
- 5) 市街化区域・市街化調整区域と土砂災害警戒区域等との関係
- 6) その他各種法令等に基づく土地利用規制の状況

<関連通知等>

- 1) 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，平成 12 年 5 月 8 日，法律第 57 号，最終改正：令和 3 年 5 月 10 日，法律第 31 号。
- 2) 土砂災害防止対策基本指針，令和 3 年 8 月 31 日，国土交通省告示第 1194 号，国土交通省。

<参考となる資料>

警戒避難体制の整備については、下記の資料が参考となる。

- 1) 平成 14 年度土砂災害警戒情報のあり方と今後の施策に関する報告書，平成 14 年，土砂災害警戒情報に関する検討委員会。
- 2) 都道府県と気象庁が共同して土砂災害警戒情報を作成・発表するための手引き，平成 17 年 6 月（令和 3 年 6 月改訂），国土交通省河川局砂防部，気象庁大気海洋部。
- 3) 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。
- 4) 土砂災害ハザードマップ作成ガイドライン，令和 2 年 10 月，国土交通省砂防部砂防計画課
- 5) 土砂災害警戒避難ガイドライン，平成 19 年 4 月，平成 27 年 4 月改訂，国土交通省砂防部。

8. 3 土砂災害防止法に基づく緊急調査

8. 3. 1 火山噴火に起因する降灰後の土石流に関する緊急調査

（1）火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域に関する調査

<考え方>

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に関わる調査は、本節 6. 3. 1（1）緊急時の初動対応に関する調査の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施すべきと判断された場合に、火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域を想定するために行うものである。

< 必 須 >

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に関する調査は、以下の区域について設定しなければならない。

- ・火山噴火に起因する降灰後の土石流による災害が想定される土地の区域

< 標 準 >

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に関する調査は、噴火活動の状況から、調査の安全性が確保される範囲において、以下の手法で行うことを標準とする。

- ・現地調査（ヘリコプター等による目視、降灰状況調査等）
- ・資料調査（気象データ収集・整理）
- ・数値シミュレーション

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に関する調査は、以下の項目について調査を行う。

- 1) 火山灰等の堆積範囲
- 2) 噴火活動に伴う顕著な地形変化
- 3) 想定氾濫開始点
- 4) 上流域の地形
- 5) 下流域の地形
- 6) 想定ハイエトグラフ
- 7) 上流域の水理水文特性

1) ～ 7) に基づき、以下の解析手法によって火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域を数値解析により想定する。

- ・分布型流出計算
- ・2次元氾濫計算

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域は、以下の項目について設定する。

- ・土石等の到達し得る範囲

< 推 奨 >

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の正確度向上に関する緊急調査は、噴火活動の状況を踏まえ調査の安全性が確保される範囲において、以下の手法で行うことを推奨する。

- ・現地調査（ヘリコプター等による目視、現地測量、UAV による調査等）
- ・資料調査（気象情報の収集等）
- ・土質試験
- ・現地観測（雨量、水位等）
- ・数値シミュレーション

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の正確度向上に関わる緊急調査は、以下の項目について調査を行うことを推奨する。

- 1) 堆積土砂量及び分布
- 2) 現象の流量時系列
- 3) 河床材料の性質（砂礫の密度、粒径、砂礫の内部摩擦角、砂礫の粘着力等）
- 4) 流速
- 5) 雨量

1)～5)等に基づき、火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に用いた数値シミュレーションのパラメータを逆推定し、より適切なパラメータに基づいて降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される区域の正確度向上を図る。

<参考となる資料>

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される土地の区域の想定に関わる調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流対策編），平成23年（平成28年一部改訂），国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター，（国研）土木研究所土砂管理研究グループ。
- 2) 内田太郎，山越隆雄，清水武志，吉野弘祐，木佐洋志，石塚忠範：河道閉塞（天然ダム）及び火山の噴火を原因とする土石流による被害範囲を速やかに推定する手法，土木技術資料，Vol153 No7，pp.18-23，2011.

（２） 火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査

<考え方>

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、本節6.3.1（１）緊急時の初動対応に関する調査の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施すべきと判断された場合に、火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される雨量基準を設定するものである。

<必須>

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査では、以下の項目について推定しなければならない。

- ・火山噴火に起因する降灰後の土石流による災害が想定される時期

<標準>

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、以下の手法で行うことを標準とする。

- ・資料調査（気象データ等）

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、以下の項目について調査することを標準とする。

- 1) 過去の降灰後の土石流の発生日時
- 2) 過去の土石流発生時／非発生時の雨量

1)、2)に基づき、火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される雨量基準を設定することを標準とする。なお、当該火山において過去の噴火後に降雨によって土石流が発生した事例がある場合は、そのときの土石流発生基準雨量を参考として雨量基準を設定する。事例が無い場合は、他の火山における事例に基づいて設定する。

＜参考となる資料＞

火山噴火に起因する降灰後の土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流対策編），平成 23 年（平成 28 年一部改訂），国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター，（国研）土木研究所土砂管理研究グループ。
- 2) 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。

8. 3. 2 河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流に関する緊急調査

（1）河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査

＜考え方＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査は、天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査(7. 5. 2)の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施すべきと判断された場合に、河道閉塞上流域の湛水、及び河道閉塞の決壊に伴い発生する土石流等による重大な土砂災害が想定される区域を設定するために行うものである。

＜必 須＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査は、以下の区域について設定しなければならない。

- 1) 河道閉塞上流の湛水による災害が想定される区域
- 2) 河道閉塞の決壊に伴い発生する土石流等による災害が想定される区域

＜標 準＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査は、以下の手法のうち適切な手法により行うことを標準とする。

- ・現地調査（ヘリコプター等による目視、UAV、航空レーザ測量等による地形調査）

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 河道閉塞の形状
- 2) 河道閉塞の構成材料（粒度分布等）
- 3) 河道閉塞形成箇所周辺の地形
- 4) 上下流域の保全対象の状況

1)～4)に基づき、河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域の設定は、以下の解析手法によって行うことを標準とする。

- ・地形図又は地形データを用いた湛水区域の検討
- ・河床変動計算の数値シミュレーション

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域は、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・河道閉塞上流の湛水区域
- ・河道閉塞の決壊による氾濫区域

＜参考となる資料＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される区域の推定に関する調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編），平成23年（平成28年一部改訂），国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター，（国研）土木研究所土砂管理研究グループ。

（２） 河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査

＜考え方＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査（7.5.2）の結果、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施すべきと判断された場合に、河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害に対し、警戒すべき時期を示すために行うものである。

＜必 須＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、以下の項目について推定しなければならない。

- ・河道閉塞上流の湛水による災害が想定される時期
- ・河道閉塞の決壊による土石流等による災害が想定される時期

＜標 準＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、以下の手法のうち適切な手法により行うことを標準とする。

・現地調査（ヘリコプター等による目視、湛水位等の観測、監視カメラによる監視、UAV による調査等）

・資料調査（気象情報等）

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査は、以下の項目について行うことを標準とする。

- 1) 河道閉塞上流域の降雨予測
- 2) 河道閉塞上流の湛水位・流入流量
- 3) 河道閉塞からの流出流量
- 4) 河道閉塞の侵食状況
- 5) 河道閉塞の形状変化
- 6) 河道閉塞の決壊による土石流等発生状況

1) ～ 6) 及び流出解析等に基づき、河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期を推定することを標準とする。

＜参考となる資料＞

河道閉塞による湛水・河道閉塞による湛水を発生原因とする土石流による重大な土砂災害が想定される時期に関する調査の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編），平成 23 年（平成 28 年一部改訂），国土交通省砂防部砂防計画課，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター，（国研）土木研究所土砂管理研究グループ．
- 2) 田村圭司，山越隆雄，松岡暁，伊藤洋輔，田方智，柳町年輝：天然ダム監視技術マニュアル(案)，土木研究所資料，第 4121 号，2008.

第9節 環境調査

9. 1 総説

＜考え方＞

環境調査は、土砂災害対策施設及び仮設構造物の計画・設計において、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ものである。

＜標準＞

環境調査は、社会環境調査と、自然環境調査を行うことを標準とする。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基本とする。

9. 2 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。

<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、土地利用計画等の資料を収集する。

3) 開発状況調査

行政区画の現状、将来開発計画等の資料を収集する。

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等の伝統的な生活文化について把握する。

9. 3 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。

<例 示>

自然環境調査の主な調査内容としては下記 1) ～ 4) 等の手法がある。

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、本節 9. 2 社会環境調査の例示 1) 法令等指定状況調査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、自然環境・景観の保全と創造及び溪流の利用に配慮した砂防事業を推進するため、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、過去の攪乱等）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、樹齡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、希少種の把握等、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の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、生息環境の把握等、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。

<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>

自然環境調査を実施する際には、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ー里地里山の山腹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ー、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.
- 4) 後藤ら：砂防事業における環境 DNA を用いた生物調査手法の展望，令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集，pp. 105-106，2022.

9. 4 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 9. 2 及び 9. 3 中の該当する調査を継続的に実施することを標準とする。

第10節 砂防経済調査

10. 1 総説

＜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するものである。

＜標準＞

砂防経済調査は、実施する砂防事業が対象とする現象に応じた費用便益分析マニュアル等に従って実施することを標準とする。

＜参考となる資料＞

- 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 30 年 3 月 30 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，令和 3 年 3 月 30 日，水管理・国土保全局砂防部.
- 3) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編），平成 21 年 6 月，国土交通省.
- 4) 治水経済調査マニュアル(案)，令和 2 年 4 月，国土交通省水管理・国土保全局.
- 5) 土石流対策事業の費用便益分析マニュアル（案），令和 3 年 1 月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部.
- 6) 砂防事業の費用便益分析マニュアル（案），令和 3 年 1 月，国土交通省水管理・国土保全局砂防部.