

第1章 調 査

第1節 総説

本章は、水系砂防対策計画の基本となる土砂量・流木量を決定するための調査手法を示したものである。荒廃溪流とその流域で生産・流出される土砂・流木に関する調査の標準的手段を定めるものである。

【解 説】

本設計基準では、河川のおもに掃流区域において、流水により河道を移動する土砂を流送土砂といい、これに対して、溪流の土砂生産に伴って流出する土砂を生産土砂といい、またそれが砂防計画基準点に土石流、掃流等の流出形態で流出する土砂を流出土砂という。

砂防計画では、土砂の生産源地域における調査量をもとに、保全対象の重要度等を考慮して定める計画の規模を勘案して計画生産土砂量を設定し、更にそのうち計画基準点に流出が予想される土砂量を溪流での諸調査によって推定して計画流出土砂量とする。

そこで、基準点での計画許容流砂量を考慮して、有害過剰な計画超過土砂量を求め、土砂処理計画の対象土砂量とする。

ここでは土砂処理計画の対象土砂量を求める基礎となる資料として土砂生産源での生産の実態、溪流での土砂運搬の実態を調べて、生産土砂量及び流出土砂量を把握することを目的とする。砂防計画のための調査を大別すると、流域特性調査, 流出土砂調査(変動調査), 自然環境調査, モニタリング調査に区分される。

第2節 流域特性調査

自然特性調査は、砂防計画で対象とする土砂生産・移動特性及び降雨特性を検討するための基礎資料を得るために実施する。

【解 説】

土石流・流木対策編を参照

【水系砂防編】

第3節 生産土砂調査

3.1 基礎調査

3.1.1 流域区分

砂防計画を策定するための流域区分は基本的に 2.5 万分の 1 地形図(溪流規模が小さい場合は 5 千分の 1 地形図など)を用いて、砂防計画基準地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ものとする。

3.1.2 水系図

1/25000 地形図を用いて、水系図を作成し、谷を次数毎に区分する。

谷次数の区分は、原則として Horton 則により行う。1 次谷から始まり下流に行くに従って、高い次数の谷に変化して行く。谷次数は、同次数の谷が合流した時に次の高次谷次数となる。

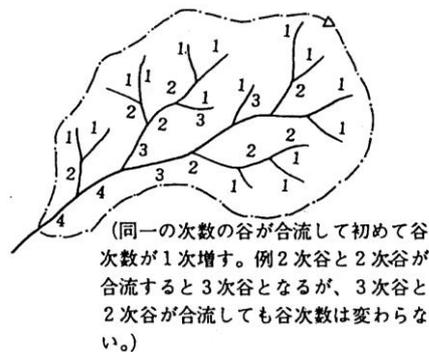


図 I-1-1 谷次数区分

3.1.3 谷の判定

谷の判定は、1/25000 地形図において下記の要領に従って判断する。

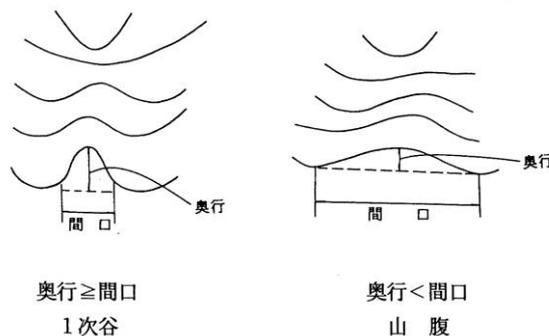


図 I-1-2 1次谷の判定

3.2 現況調査

3.2.1 水源崩壊調査

3.2.1.1 調査対象

水源地崩壊調査は、山腹崩壊地と溪岸崩壊地およびその母体となる地域の他 1 次谷の溪床を対象として調査する。

3.2.1.2 崩壊地の土砂量

流域内の全崩壊地について、踏査実測によるか又は空中写真を併用する方法で崩壊の状況と土砂生産に関する諸元を調査し、現況における崩壊残土量と将来における拡大生産見込土量とを推定する。

【解説】

(1) 踏査実測

対象は、急峻な山地であるから、ポケットコンパス、ハンドレベル、クリノメーター、ポールなど簡単な測器を使用して調査する。

(2) 空中写真

空中写真を使用する場合は、1支溪の中で少なくとも1箇所は実測によって結果を照合しておかなければならない。

(3) 土砂供給地点の表示

崩壊地から河道への土砂供給地点は河道距離で示す。

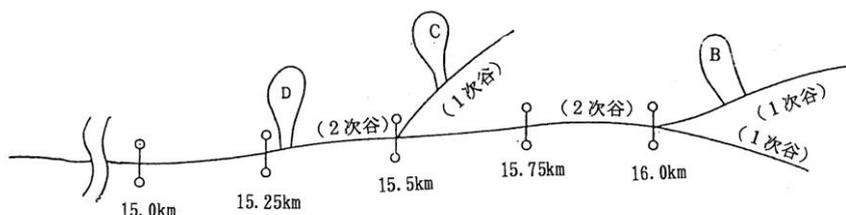


図 I - 1-3 土砂供給地点の表示

(4) 元斜面の設定

最初に崩壊が起こる前の元斜面を推定して設定する。

(5) 平均幅、平均長、面積、平均深の決定

平均幅 }
平均長 } = 元斜面と崩壊面の交点の平均長で表す。
面積 = 元斜面と崩壊面との交点を連ねた図形の面積
平均深 = 元斜面から崩壊面までの深さの平均である。
崩壊土と残土は別に計上する。

(6) 崩壊土量、残土量、流出土砂量の決定

崩壊面積×崩壊平均深＝崩壊土量 (A)

残土面積×残土平均深；残土量 (B)

(A) - (B) = 流出土砂量

(7) 拡大生産見込量の決定

現地を眺めて崩壊がどれだけ拡大するかを検討し、その場合生産される（崩落する）土砂量を推定する。

【水系砂防編】

(8) 地質の調査

崩壊を起こした地層が何であることを調査する。

地質の分類

(イ) 崩積土 (ロ) 表土 (ハ) 風化残積土 (ニ) 岩

(9) 形状

半円筒状、樹枝状、スプーン状など、形状の特徴を捉えて簡単に表現する。

(10) 現地調査表

崩壊地調査の結果を現地調査表などに記入する。

3.2.1.3 O次谷の溪床土砂堆積量

土石流・流木対策編を参照

3.2.1.4 はげ山の生産土砂量

いわゆる「はげ山」からの生産土砂量を測定するには、原則として次の2方法のいずれかによるものとする。

1. 直接的方法・…測定しようとする区域に2～5mメッシュの測線を設定しその交点に杭を打つ。
杭頭の地表面上の「出」を測定し、前回の測定値と差し引きして表土の移動深を求め、その杭の分担面積を乗じ、更に区域を集計して生産土砂量を求めるものである。
2. 間接的方法・…はげ山から流出する土砂量を適当な「ます」で受けて測定しようとする方法で、一例として短侵食溪の下の砂防堰堤を利用するものである。

3.2.1.5 地すべり性大規模崩壊

対象地域内における構造破碎帯の地区など、地すべり地の存在する地区を重点に、地すべり性の大規模崩壊が発生する地形、地質条件のある土地を空中写真、現地踏査などによって確認し、生産見込土砂量を推定する。

地すべり性大規模崩壊発生に関する地質地形条件は、次のようなものがある。

- (イ) 構造破碎帯地帯
- (ロ) 大規模斜面の存在
- (ハ) 山腹傾斜変換線存在
- (ニ) 地すべり性地形の存在

3.2.2 溪流調査

3.2.2.1 範囲と測点

調査の範囲は、原則として砂防計画基準点より上流に向かって本流および支溪の2次谷の上流端までとする。

調査範囲内において、河道の形状および特性を表す調査地点を明示する目的で固定測点を設けるものとする。

【解 説】

固定測点は測点間隔を50mの整数倍で、かつ、谷幅のおおむね2倍程度にとることを標準とし、谷幅の4倍を超えないように設ける。そして、河道縦断線に沿う累加距離を与えて、その測点の呼称とする。累加距離の基点は、砂防計画基準点をとるのもよいが、その近傍に河川距離標がある場合には、これと連結するのが望ましい。支溪については、その合流点より上流で支溪であることを表示する。(例 2.2 km点…・本流、大谷 2.2 km点…・支溪大谷)

固定測点は、河道縦断線に沿う座標であるばかりでなく、一つの横断測線の位置をも表すものであるから、兩岸の堅固な場所にコンクリート杭や鉄びょう等で1対の測点を設ける。

測点の相互の位置関係は、三角測量などを行って明確にしておく。

3.2.2.2 谷幅と溪床勾配

固定測点を設けた地点で谷幅と溪床勾配を測定し、これらを河道縦断線に沿う累加距離に対してプロットし、谷幅および溪床勾配変化図に整理するものとする。

【解 説】

谷幅は原則として現溪床高での地山間距離とする。ただし、段丘が形成されている場合には、その横断面で100年確率雨量を用いて流出量を求め、等流計算による水面以上の高さにある段丘は一応地山とみなす。

溪床勾配は平均河床高より算出する。

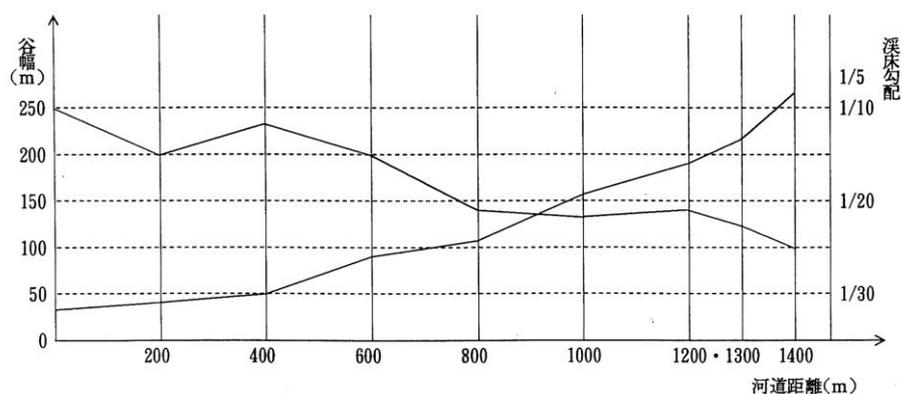


図 I-1-4 谷幅及び溪床勾配変化図

【水系砂防編】

3.2.2.3 溪床堆積土砂量の調査

各測点で溪床堆積土砂の堆積深を求めて、各測点間の溪床土砂堆積量を算出し、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。

【解 説】

堆積深と谷幅から各測点間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すると図 I-1-5 のような溪床土砂堆積量図を得る。この図と現地踏査を行った結果をあわせて堆積地帯と流過地帯の区分をすることができる。この際、図 I-1-6 を対照しながら検討する。着眼点は谷幅が狭い所から急に広がった所、広く連続する所、合流点の付近などである。

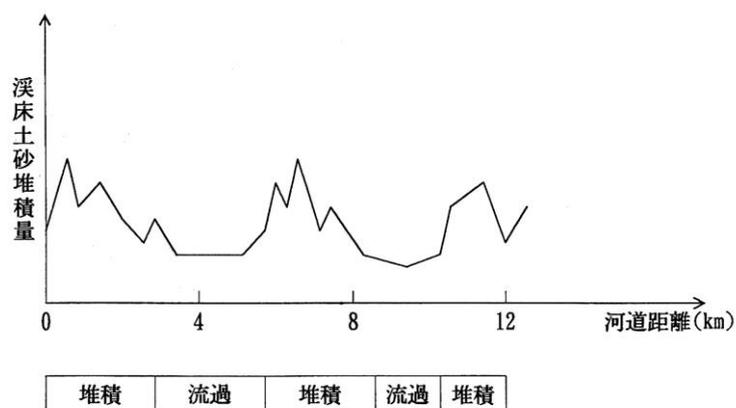


図 I-1-7 溪床土砂堆積量図

3.2.2.4 土砂の流出形態区分

先ず初めに、土砂の流出形態区分として主として掃流状態で土砂運搬が行われる溪流とそうでない溪流、土石流対応との溪流に分ける必要がある。

最初にこの様な土砂の流出形態区分を行うのは、前者は水系砂防対策、後者は土石流対策として砂防基本計画で取り扱う土砂量の設定手法が異なる為である。

土石流対応の溪流としては、土石流危険溪流があり、その他の溪流については水系砂防で扱う溪流であると言える。

溪床土砂堆積地の形状と断面を観察及び測定することによって、堆積が掃流によって形成されたものか、土石流によって形成されたものかを判断し、この結果を河道距離に対してプロットして、主として掃流状態で土砂運搬が行われる区域（掃流区域）と、そうでない区域（土石流区域）とに区分するものとする。

【解 説】

溪床土砂堆積地の形状には横断形、縦断形に図のように特徴的な相違が見られる。

また、堆積地の断面を堆積土砂の粒径の配列に着目して観察し、分級作用による層状構造の認

められる場合を掃流的運搬区域とし、ランダムな場合を土石流的なものと見ることができる。

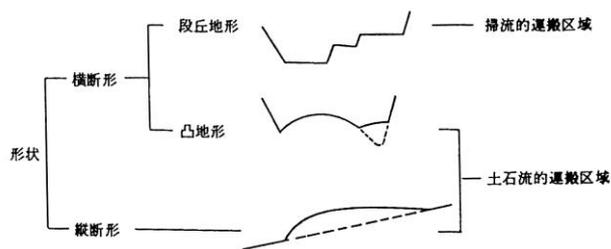


図2-2-7 溪床土砂堆積地の形状による分類

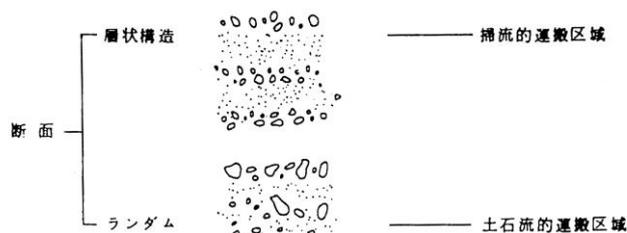


図 I - 1-8 溪床堆積地の断面の粒径の配列による分類

3.2.2.5 溪床の土砂堆積地の形成年代および移動現象の繰り返し方

溪床の土砂堆積地に木本科植物群落がある場合に限り、この調査を行うことができる。溪床土砂堆積地の形状からみて累次の前後関係を判定し、その上に存在する木本科群落の年代調査を行って土砂の堆積年代を推定するものとする。調査地点の情報として得られた堆積年代を河道縦断距離に対してプロットし、溪床土砂の各年代の移動傾向を推定する。

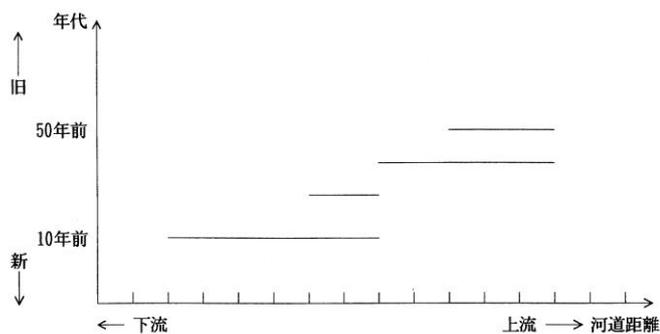


図 I - 1-9 溪床（河岸段丘）における木本科植物の年代別分布図

3.2.2.6 想定土石流流出区間の調査

土石流・流木対策編を参照

【水系砂防編】

第4節 流出土砂調査(変動調査)

4.1 変動の実測に基づく流出土砂量の推定

4.1.1 砂防堰堤への流入土砂量

調査砂防堰堤が得られる場合は、堰堤への流入土砂量を測量して、その地点における流出土砂量を求める。

未満砂堰堤における調査は、測量時期を選択することによって、1 洪水流出土砂量および平均流出土砂量のいずれも求めることが可能で、流出土砂量推定方法として最も望ましい。

【解 説】

流出土砂量を求めようとする流域の最上部にある堰堤で、2 時期に堆積土砂の測量を行い、その差をもって期間の流入土砂量、すなわち流出土砂量とする。

測量範囲は、貯水池内と貯水池に接続する河道で、貯水池に河床の変動が支配される区域とする。

未満砂堰堤は、調査時期を洪水の前後に選べば 1 洪水流出土砂量が求まり、年間 1 回の測量を数回繰り返して回数で除算すれば、平均流出土砂量を求められ多面的な調査が可能である。

4.1.2 河床変動量調査の利用

次の場合には、河床変動量調査を溪流に適用して、流出土砂量の推定を行うことができる。

1. 土石流区域について

土石流堆積物による河床変動量から土石流による 1 洪水流出土砂量を推定する場合。

2. 掃流砂区域について

調査対象区域の最下流端で土砂流出がおおむね阻止されるような状態、例えば砂防堰堤などが存在するような区域での河床変動量から 1 洪水流出土砂量、あるいは 1 年間ごとの流出土砂量を推定する場合。

【解 説】

土石流区域での実測による流出土砂量を求めるにはこの方法による。

4.2 流域の諸特性値による流出土砂量の推定

調査しようとする流域の特性が、いわゆる流出土砂量算定式の適合度の高い条件に合致する場合には、流出土砂量算定式による流出土砂量の推定を行うものとする。

【解 説】

全国的に収集した砂防堰堤堆砂量調査の中から 103 箇所を抽出して、村野が導いた年平均 1 km² あたりの堆砂量（比堆砂量）を求める算定式（村野式・1967）は、幾つかの地質条件に関してはかなりよい相関が得られている。村野式は次のようである。

$$\log Q_s = a + b \log A + c \log R + d \log M_E + e \log R_r$$

ここに、

- Q_s : 比堆砂量 (m³/年/km²) A : 流域面積 (km²)
 R : 長期間の年平均雨量 (mm) M_E : 流域平均高度 (m)
 R_r : 起伏量比 (無単位) $a \sim e$: 重回帰分析で求めた各項の係数で次表による。

表 I-1-1 各項の係数

地質 \ 係数	a	b	c	d	e	相関係数
I	-8.5489	-0.3926	1.3380	0.2523	0.0955	0.6669
II	-2.7844	-0.0618	2.0970	0.1071	1.8900	0.8342
III	-2.9090	-0.3928	0.9728	0.9631	-0.2270	0.6059

ここに、

- I : 古期堆積岩 (古生層・中生層) から成る流域
 II : 主として古期堆積岩の変成岩 (結晶片岩類) から成る流域
 III : 二主として新期堆積岩類 (第三紀層、第四紀層、火山碎屑物) から成る流域
 IV : 主として噴出岩類 (安山岩、石英粗面岩等) から成る流域
 V : 堆積岩類と火成岩類の 30~70% ずつから成る流域

村野式の係数の表に相関係数を示したように、相関係数が 0.6 を上回るところの I、II、IV の地質より成る流域に関していえば、これをもって計画量として年平均流出土砂量を決定するには問題があるとしても、かなり信頼性のある平均流出土砂量を得ることができる。

流域の諸特性値のうち、起伏量比というのは、流域内の主流路に沿った最高点と、谷の出口との高度差 (起伏量、m 単位) を主流路延長 (皿単位) で除して無次元化した値である。

流出土砂量算定式のうち、注目すべきものに江崎式 (1966) がある。

江崎式は、

$$V_s = 8.85IS^2 + 7.83I(A_d / A)D^2$$

である。

ここに、

- V_s : I の期間によって定まる期間内貯水池総堆砂量 (m³)
 I : 期間内洪水総流入量 (m³)
 S : 貯水池流入端付近の平均河床勾配
 A_d : 流域内の崩壊地面積 (km²)
 A : 流域面積 (km²)
 D : 崩壊地の平均勾配

【水系砂防編】

式は北海道、四国を除く我が国河川の最上流発電用貯水池（容量 10^7m^3 以上）で、流域面積が $41\sim 3827\text{km}^2$ のものについて 28 資料から得られた結果である。

$1 \cdot S^2$ 項に比して、 $1 (A_d / A) D^2$ 項の比重が大きく、崩壊地からの土砂流入の重要性を指摘しているのが特徴である。

本式により流出土砂量の目安を知ることができる。

4.3 流送土砂調査

4.3.1 河床変動調査

河床変動調査は河床の変動が洪水の疎通能力及び護岸、水制、橋脚、貯水池などの河川構造物の安全性や機能に与える影響を把握するために行うものであり、必要に応じ次の調査を行うものとする。

1. 縦横断測量調査
2. 水位調査
3. 河床変動計算
4. 人為的要因による河床変動量調査
5. 洪水時河床変動調査

【解 説】

(1) 縦横断測量調査

縦横断測量調査は、同一測点について一定期間をおいて行う 2 回の測量結果を比較して、その期間内の平均変動高及び変動量を求めるものであり、基準水位としては計画高水位又は平均低水位を用いるものとする。

表 I - 1-2 縦横断測量調査の範囲及び時期

調 査 項 目	調 査 範 囲	調 査 断 面	調 査 時 期
河道における変動量	横断測量の範囲は、調査対象区間が改修区域内のとき改修計画の河川敷の範囲。 改修区域外では洪水時に土砂の移動が予測される範囲。	距離標と一致する横断面をとり、200m 間隔を標準とする。	年 1 回同一時期洪水のあった場所はその直後。
堰堤（砂防堰堤を含む）による変動量	堰堤によって生ずる土砂の堆積の及ぶ範囲、及び下流の河床低下の生ずる範囲。	堰堤の場合には 50～200m 間隔。 砂防堰堤の場合には 20～50m の範囲で変化量の大小、縦断的变化の状況に応じて間隔を決定する。	洪水の前後。

(2) 水位資料の調査

横断測量資料が十分でない場合には水位資料の調査を行い、平均低水位の変化又は水位、流量観測地点における水位流量曲線の経年的変化により河床変動状況を推定するものとする。

4.3.2 粒径調査・巨礫粒径調査

豪雨時などにおける土砂の流出特性を把握することを目的に、崩壊残土や河道内堆積土砂を対象に粒径調査を行うものとする。

調査方法は最大礫の大きさに対応して以下のように実施することが多い。

- ① 試料を採取する際には、河床表面のアーマー・コート部分を除去する。
- ② 最大礫の中径（長径と短径の平均値）が 1000mm 以上の試料採取は 4×4m の全面に分布する礫を採取し中径を計算する。
- ③ 最大礫の中径が 500～1000mm の試料採取は 2×2m の全面に分布する礫を採取し中径を計算する。
- ④ 最大礫の中径が 500mm 以下の試料採取は 1×1m の採取地を設定し 100mm～500mm の礫についてはその中径を計算し、100mm 以下の砂礫についてはその全量を測定する。

なお、ふるい分け量は JISA1102 および JISA1204 によって実施するとともに、粒度曲線図は、各粒径区分の通過百分率で作成する。

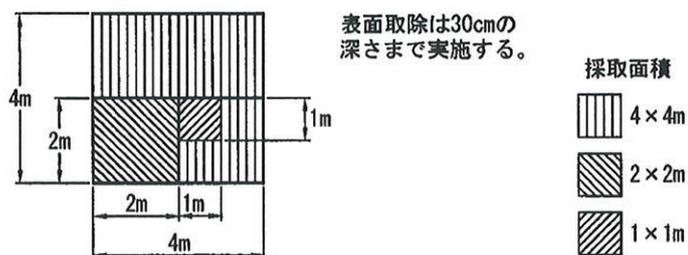


図 I - 1-10 砂礫採取図

【水系砂防編】

① 平均粒径

平均粒度 d_m は次式によって算出する。

$$d_m = \frac{\sum_{p=0}^{p=100\%} d \Delta p}{\sum_{p=0}^{p=100\%} \Delta p}$$

P : 残留百分率

d : フルイ目

ΔP : フルイの目の開に対する残留百分率

② 混入率

混入比 λ は次式によって算出する。

$$\lambda = \frac{(100\% - P_m\%)}{P_m\%}$$

ここに、 P_m : 平均粒径に相当する通過百分率である。

粒径調査結果より、粒径加積曲線図を作成し、平均粒径・最大粒径等の分布特性、粒度組成のもつ特徴について検討する。また、礫の堆砂状況を配列状態より、掃流、土石流の区分、その地点での土砂の堆積傾向、洗掘傾向等を判別する。

なお、最大粒径として、一般に 95% 粒径が使用される。

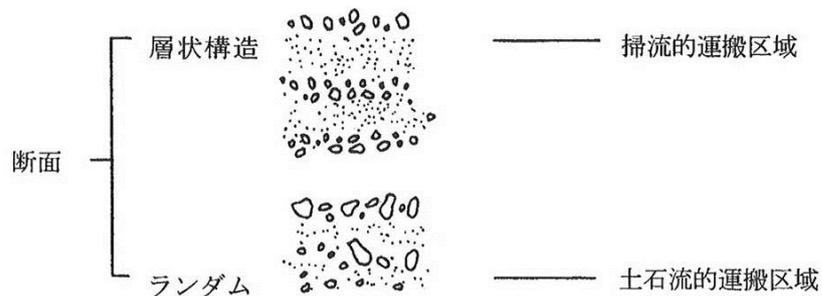
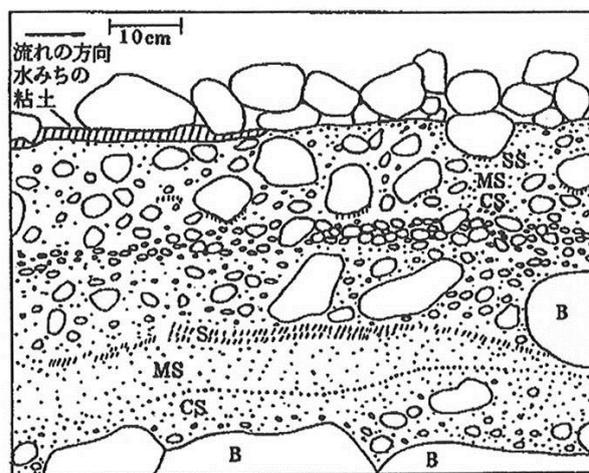


図 I - 1-11 溪床堆積物の断面の粒径の配列による分類



マトリックスがぬけた部分(アーモアコート)

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 I - 1-12 掃流堆積物スケッチ例

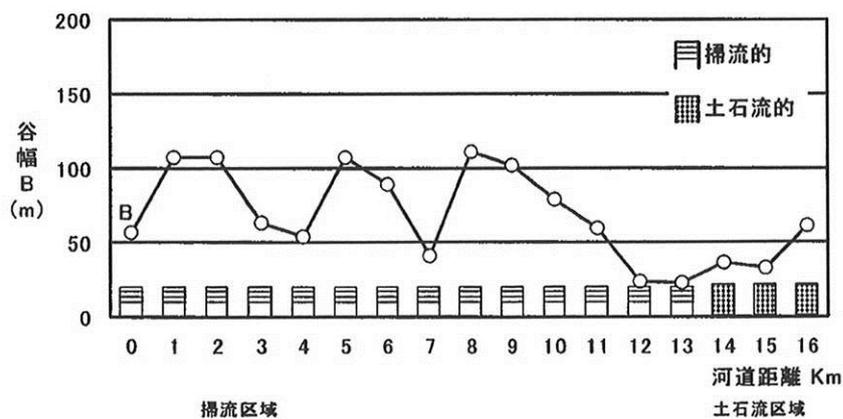


図 I-1-13 堆積物プロット例

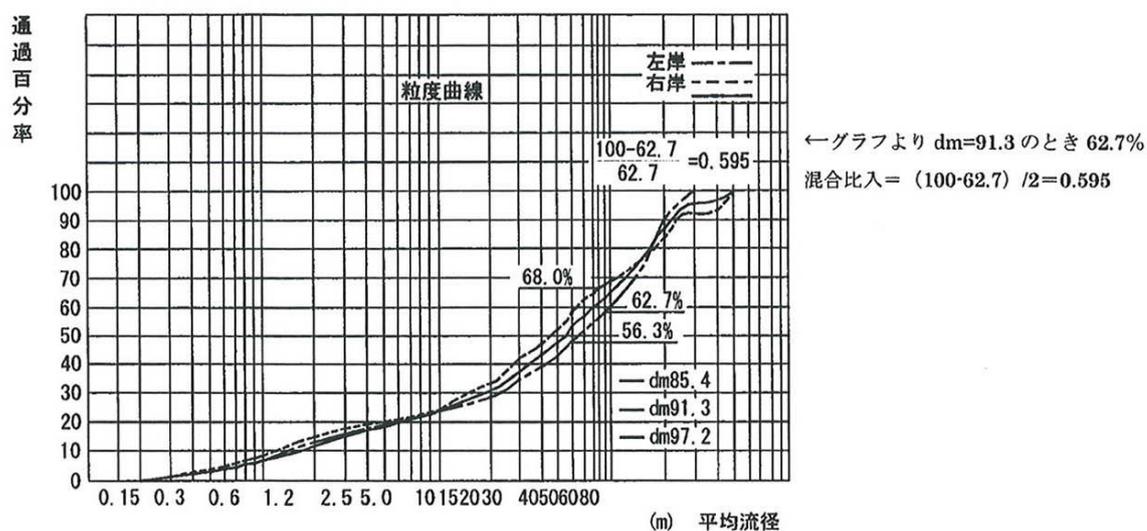


図 I-1-14 粒度曲線

4.3.3 流砂量公式による方法

河床変動に考慮すべき流砂量は、通常浮流砂と掃流砂である。貯水池の中の変動など流速の変化が大きい場合には、wash Load についての検討も行うことが必要である、また、掃流力と河床の粒度分布の関係から掃流砂量又は浮流砂量のうちどちらか一方が卓越している場合には、その流砂量のみを用いてよい。

【水系砂防編】

【解 説】

通常用いられる流砂量式は次のようなものがある。

(1) 掃流砂量

1. 佐藤・吉川・芦田の式

$$q_B = \frac{u_*^3}{\left[\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right] g} \cdot \phi \cdot F \cdot (\tau_o / \tau_c)$$

ここに、 q_B : 単位驛位時間当りの掃流砂量の容積、 u_* : 摩擦速度 = $\sqrt{gHI_e}$ 、 H : 水深・
 I_e : エネルギー勾配、 σ : 砂の密度、 ρ : 水の密度、 g : 重力の加速度

$$n \geq 0.025 : \phi = 0.623, \quad n \leq 0.025, \quad \phi = 0.623(40n)^{-3.5}$$

であり、また F : 図 2-3-1 に示すような τ_o / τ_c の関係、 n : マニングの服係数、 τ_c : 限界掃流
 力、

$\tau_c \rho = \rho g h I_e$ である。

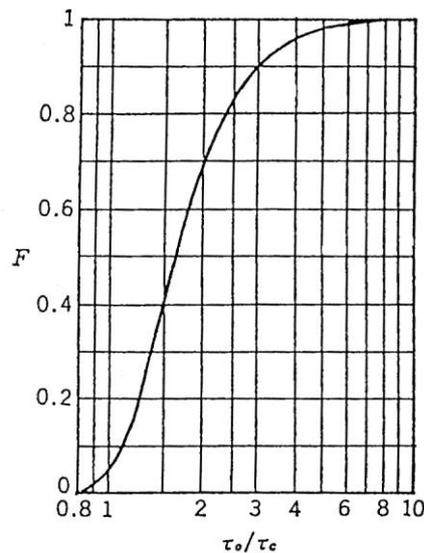


図 I-1-15 佐藤, 吉川, 芦田の式における F と τ_o / τ_c の関係

流砂量式として、2 章 4.3.2 掃流区域に記述されている Brown 公式と芦田・高橋・水山式を
 参照する。

第5節 自然環境調査

環境調査は、土砂災害の発生を防止しながら、溪流の自然環境を守り・残すための砂防施設配置計画を検討するために実施する。

【解 説】

環境を育み、保全すべき自然環境や砂防事業による環境への影響を最小限に抑えるため、以下に示す項目について調査を行う。

(1) 自然環境調査

天然記念物・絶滅危惧種などの希少な動植物への影響を最小限に抑える砂防設備の配置計画の検討を行う際の基礎資料として、流域内の動・植物の生息状況を調査する。

(2) 景観調査

良好な景観へ影響を与えることなく砂防設備の配置が可能かなど、砂防施設配置計画の検討を行う際の基礎資料として、流域内の景勝地等景観に優れた箇所分布状況を調査する。

(3) 利用実態調査

溪流利用を考慮した砂防施設配置計画の検討を行う際の基礎資料として、流域内の溪流利用の実態を調査する。

上記の環境調査については、過去に調査された「溪流環境整備基本計画」の検討成果を利用する他、表 I- 1-3 に示す他官庁などの調査結果を活用し、とりまとめることが望ましい。

【水系砂防編】

表 I - 1-4 環境調査にかかわる他官庁などでの既往調査成果の一覧

項目	環境要素	調査成果等
魚類	天然記念物	文化財調査、天然記念物緊急調査 (文化庁、都道府県)
植生	希少野生動物(絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律)	絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律
鳥類	貴重植物、主要野生動物、すぐれた自然(植生、動物)	第1回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
両生類	特定植物群落、希少種(鳥類) 重要な両生類、は虫類、淡水魚類、昆虫類	第2回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
は虫類	巨樹、巨木	第4回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
ほ乳類	絶滅種、絶滅危急種、危惧種、希少種、レッドデータブック対象種	緊急に保護を要する動植物の種の選定調査 (環境庁)
昆虫類	指定植物	自然公園に係る調査書 (環境庁)
	学術上価値の高い生物群集及び生物の所在地	天然記念物緊急調査 (文化庁)
	保護上重要な植物	陸上生物群集の保護調査
	現存植生図	第2回、3回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
(景観)	主要野生動物 重要な両生類、昆虫類、淡水魚類	第1回自然環境保全基礎調査 (環境庁) 第2回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
	史跡・名勝・景勝他	文献調査、天然記念物調査 (文化庁、都道府県)
利用実態	自然景観資源	第3回自然環境保全基礎調査 (環境庁)
	観光資源 ・山岳 ・溪谷、滝、溪畔林、淵(瀨) ・湖沼、ダム ・植物、動物 ・特殊地形、湧水群 ・溪流釣り	・全国光情報ファイル (財)日本観光協会) ・全国観光動向 (財)日本観光協会) ・全国観光地利用動向調査 (財)日本観光協会)
コース把握	溪流利用 ・キャンプ場 ・観光漁場 ・ハイキングコース ・自然歩道、自然研究路、遊歩道 ・展望台等施設 ・公園、温泉 ・溪流プール ・カヌー、ボート、船下り ・採鳥会、自然観察会	・観光便覧 (都道府県) ・観光パンフレット等 (都道府県) ・釣り雑誌 ・観光と旅、郷土資料事典等
	・溪流利用実態 ・地方自治体、民間等の溪流整備、利用計画 ・溪流周辺の市街地、観光地とのロケーションとアクセス ・利用者及び市町村の溪流整備・利用の意向	・長期計画、整備計画 (自治体) ・観光、リゾート計画 (自治体、民間) ・アンケートヒアリング (溪流利用者、地元住民、自治体、民間等)

第6節 モニタリング調査

モニタリング調査は、土砂・水等を適切に管理するために実施する。このためには、砂防事業の調査・計画・設計・施工・維持管理を一連のシステムと捉え、水・土砂、自然環境、土地・空間、施設等の変化を継続的にモニタリング（監視）、評価し、それぞれの過程にフィードバックすることが重要である。

【解 説】

河川の形態、水量及び環境は流域の自然、社会条件と密接な関係があることから、流域の自然的、社会的条件の変化にあわせて絶えず変化する。このため、現在の状況を適切に評価するために、水・土砂、土地・空間、施設等の変化を観察し、必要に応じて計画、施工、維持管理にフィードバックすることにより、河川を含む流域の自然・社会環境が適切な状態に保たれるような仕組みを構築しようとするものである。これらの達成に向けては砂防事業だけでは限界があるため、流域の機関及び他事業との連携を深め、協調して行うことが重要である。また、モニタリング調査方針については「溪流環境整備基本計画」にも示されている。

水系砂防計画では設置された砂防施設が計画どおり機能しているか、自然環境に影響を与えていないか、周辺の自然環境はどのくらい回復しているかなどの砂防空間のモニタリング調査が必要であり、調査から得られた評価の中から改良すべき点を見だし、よりよい水系・溪流づくりに反映させていこうとするものである。

6.1 土砂に関するモニタリング調査

土砂に関するモニタリング調査は、流域内の土砂に係わる災害防止はもとより、総合的な土砂管理を推進する上で、土砂の量、質について、場及び時間の連続性の視点から解明するとともに、現状を継続的に把握・評価するものである。

【解 説】

土砂に関するモニタリング調査は、流砂系全体にわたる土砂移動の量と質、河道の形態やそれらの時間的変化について、実態を把握するために行うものである。

土砂移動に伴う災害を防止し、動植物の生息・生育環境を保全するとともに、溪流が適切に活用されるよう、流砂系全体にわたる適切な土砂の移動とそれに伴う地形変化をモニタリングする必要がある。

【水系砂防編】

6.2 自然環境に関するモニタリング調査

自然環境に関するモニタリング調査は、自然環境への影響を把握するために溪流の形態、動植物の生息・生育状況、景観などの実態を継続的に調査・評価するものである。

【解 説】

砂防事業の実施に伴う自然環境の変化について、予測し得なかった影響が生じていないかを明らかにするため、流域内における溪流の形態や動植物の生息・生育状況、景観などを継続的に調査し、保全の必要な自然環境や砂防事業の進捗に伴う自然環境への影響を把握、評価する。さらに必要に応じて計画に関する事項にフィードバックするものとする。

6.3 土地・空間に関するモニタリング調査

土地・空間のモニタリングとは、砂防計画対象区域等における土砂災害の防止・軽減、空間の適正な利用、自然環境の保全の各目的が達成されるように、土地の形状、利用形態、植生などの現状を継続的に把握、評価することである。

【解 説】

土地・空間とは、区域における地面、地下、水面及び上空を指すものであり、モニタリングに当たっては、溪流の縦横断形状、水面、溪流の利用形態、植生等の状況について測量等による計測のほか、区域占用に対する許認可も含めて対応するものとする。この調査の結果は他モニタリングの結果と併せて災害の防止・軽減、空間の適切な利用及び環境の整備と保全といった観点から総合的に評価し、計画、施工、維持管理等へフィードバックする。

6.4 施設に関するモニタリング調査

施設に関するモニタリング調査は、砂防計画に基づき配置された施設が、その後自然的・社会的条件の変化の中で、本来果たすべき機能が十分に発揮される状態にあるかを継続的に把握、評価するものである。

【解 説】

計画に基づき配置された施設が、その後の流域の自然、社会条件の変化や流域特性の変化の中で施設に要求される機能を確保しているかを継続的に調査・評価して、必要に応じて施設計画にフィードバックするものとする。

【参 考】

土砂移動に関するモニタリング調査のひとつである「既設砂防堰堤の堆砂量調査」の目的・方法等について以下に示す。

○目的

溪流の土石流・土砂流による被害実態、土砂移動現象は、流水による洪水と比較して、多様な規模と頻度で発生し、また土砂の堆積と再移動を伴う不連続で長期的な現象であるため、

実態を把握することは難しい。こういった特徴を持つ土砂移動実態を概略的に把握し、砂防事業の評価と砂防計画立案手法の改良・向上を目的に調査を行う。

○堆砂量調査で何がわかるか

- ・既設砂防堰堤の堆砂量
- ・砂防堰堤堆砂の時間的経緯
- ・既設砂防堰堤設置から現在までの溪流の土砂流出実態

○調査結果の有効性

- ・溪流の連続性を確保する観点から、スリット化が必要な既設砂防堰堤を抽出
- ・調査溪流の土砂流出実態を用いて、周辺の土石流危険溪流の土砂流出量を推定
- ・砂防堰堤の空き容量から、砂防堰堤下流保全対象の現状の危険度を判定、警戒避難計画などの一情報として有効
- ・調査溪流の土砂流出実態と当初想定との比較から、砂防計画の評価を行い、改良すべき点、向上させるべき点を抽出する。これらを調査溪流、調査溪流周辺の溪流、今後の砂防計画に活用する。

○調査例

(1) 概査

① 堆砂状況調査

既設砂防堰堤の堆砂状況を以下の4タイプに分類する。

Aタイプ：建設当時とほとんど変わらず、堆砂していない堰堤

Bタイプ：堆砂面が中間高（堰堤直上流元河床高と天端高の間）以下の堰堤

Cタイプ：堆砂面が中間高と天端高の間にある堰堤

Dタイプ：堰堤の天端に堆砂面が達している堰堤

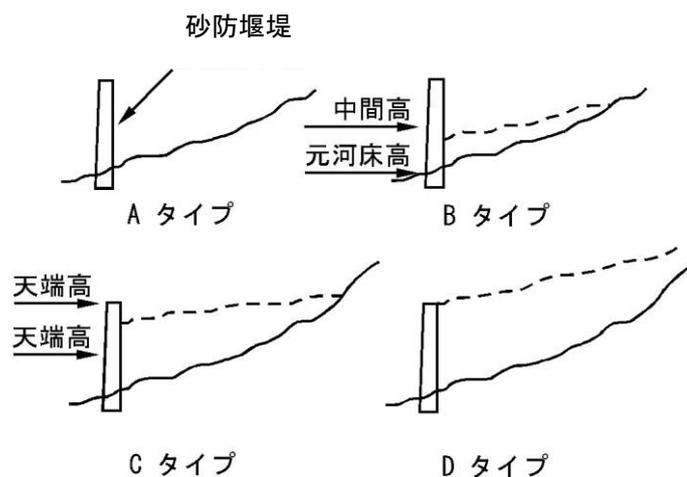


図 I - 1-16 堰堤堆砂状況のタイプ

【水系砂防編】

② 堆砂面の植生状況調査

堰堤堆砂面の植生状況を確認し、以下の5段階に区分する。

- 0%：堆砂面にほとんど樹木がない状況
- 20%：堆砂面積の2割程度が樹木に覆われている状況
- 40%：堆砂面積の4割程度が樹木に覆われている状況
- 60%：堆砂面積の6割程度が樹木に覆われている状況
- 100%：堆砂面のほとんどが樹木に覆われている状況

② GPS 単独測位

砂防堰堤の天端中央下流端で、GPS 単独測位を行い、緯度・経度および標高を観測する。

(2) 抽出調査

概査を行った溪流から、「土砂流出量が比較的多く、砂防堰堤が満砂もしくは満砂に近い状態にある溪流」を抽出し、調査を行う。

① 抽出のポイント

- ・近年に大きな土砂移動記録があり、満砂年が特定しやすい溪流
- ・1 溪流に2基以上（できるだけ多く）砂防堰堤が入っている溪流
- ・砂防堰堤の堆砂経緯がわかる写真が残っている溪流
- ・砂防堰堤の規模が極力大きい溪流

③ 現地調査

抽出した溪流内の全ての砂防堰堤に対して以下の調査を行う。

- ・既設砂防堰堤の堆砂敷きの簡易縦横断測量を行う。横断測量は、次回同じ場所で計測できるよう出水で流出しない左右岸の高いところに木杭を設置する。
- ・堆砂面にある樹木の年代、不定根の有無など、堆砂年数推定根拠となる現地指標を調査する。
- ・砂防堰堤の天端に近い堆砂敷地表面、堆砂の影響を受けていない堆砂面より上流、砂防堰堤下流の3点で礫径がわかるように、スケールを入れて写真に撮る（砂防堰堤の堆砂面上の礫径がその上下流に比べて小さいか、同程度かを判断するため）。

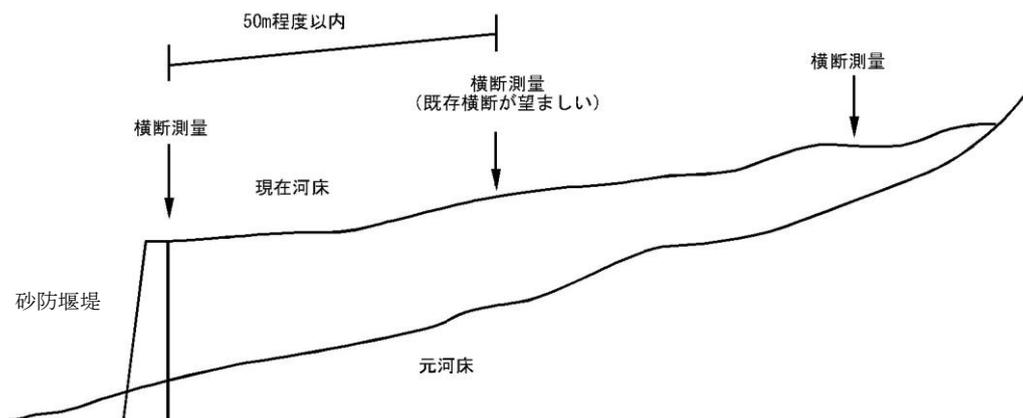


図 I-1-17 横断測量箇所のイメージ図 (1 砂防堰堤につき 3~5 本程度横断測量を行う)

③内業

- ・流域面積、土砂収支表などが入った砂防堰堤設計当時の資料を収集する。
 - ・下流に貯水砂防堰堤がある場合には、管理機関から排砂（除石）量、降雨・流量資料を収集する。
 - ・砂防堰堤建設当時の横断図（ない場合には台帳の堰堤構造図にある元地形横断線を使用）と今回計測横断を比較して、現在の堆砂量を算出する。
 - ・砂防堰堤完成後から現在に至る、堆砂に影響が大きいと思われる大雨資料（特に時間雨量が大きい降雨）、災害史資料などを収集・整理する。
 - ・現地調査した現地指標を用いて、砂防堰堤が満砂した時期を推定する。満砂後に生じた土砂流出により樹木等の指標が更新されている場合があるので、推定満砂年前後の航空写真により堆砂状況をチェックする。
 - ・大雨資料、災害史資料などと砂防堰堤の満砂年、堆砂量から年平均流出土砂量、1 洪水の流出土砂量を求める。
 - ・調査した各々の砂防堰堤の流出土砂量を用いて、溪流毎の流出土砂実態をとりまとめる。
- 上記の調査以外にも、調査の目的に合致する調査は、適宜追加して（特に堆砂年推定に関する調査）行う。

④成果のとりまとめ

成果を積み重ねていけるよう、報告書の他の概要版として帳票形式のものを作成する。初回調査以降、土砂流出が発生した場合には、再度縦横断測量を行って 1 洪水による土砂流出量を算出する。

【水系砂防編】

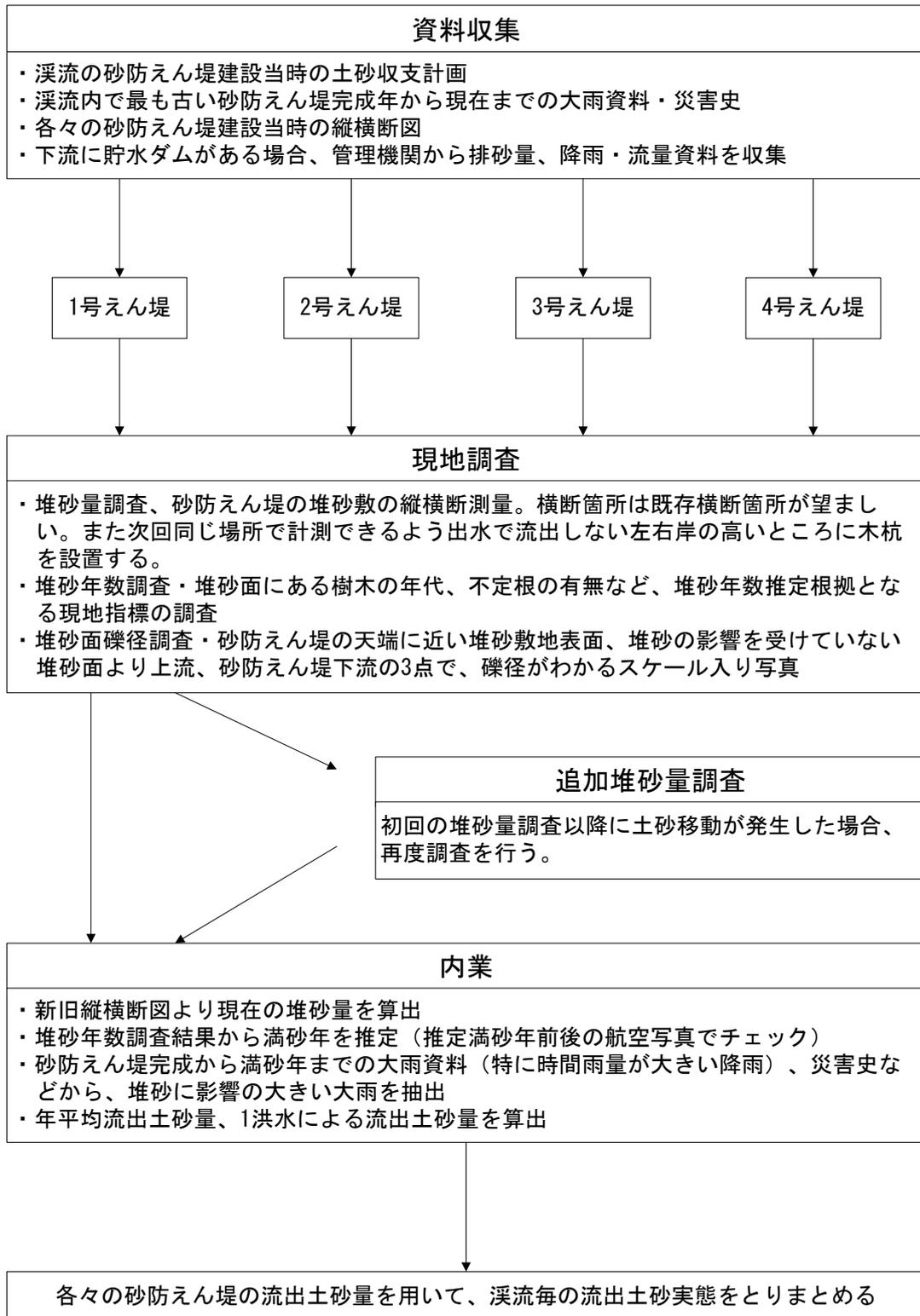


図 I - 1-18 抽出調査のフロー