

## 第17章 砂防調查

### 目次

第1節	總說	1
第2節	基礎調查	1
2·1	計畫基準點等	1
2·2	地形、地質、社會狀況等相關調查	1
2·2·1	地形調查	1
2·2·2	水系圖	2
2·2·3	地質·土壤調查	2
2·2·4	降雨量相關調查	3
2·2·5	社會狀況等相關調查	3
2·2·6	設施的現況	3
2·3	土砂生產相關調查	3
2·3·1	土砂生產相關調查	3
2·3·2	荒廢地的土砂生產相關調查	3
2·3·3	溪床堆積土砂再移動相關調查	4
2·3·4	山腹與溪岸坡面崩塌相關調查	4
2·4	土砂流出相關調查	5
2·4·1	土砂流出相關調查	5
2·4·2	流出土砂量調查	5
2·4·3	溪流現況調查	5
2·4·4	水文觀測	6
2·4·5	輸砂觀測	7
2·4·6	輸砂量調查結果綜合整理	7
2·4·7	土砂移動分析·河床變動計算	7
第3節	水系砂防調查	9
3·1	降雨量·逕流調查	9
3·1·1	流域整體的調查	9
3·1·2	個別流域的調查	10
3·2	土砂生產量調查	11
3·2·1	調查對象	11
3·2·2	短期土砂生產量的調查	12
3·2·3	中長期土砂生產量的調查	12
3·2·4	山腹材料調查	12
3·2·5	河床質調查	13
3·3	流出土砂量調查	13
3·3·1	以河床變動計算估算流出土砂量	13
3·3·2	河床變動計算檢證的基礎調查	13
3·3·3	河床變動調查	13
3·3·4	流出土砂量調查綜合整理	13
3·4	容許流出土砂量調查	14

第 4 節	土石流對策調查.....	14
4·1	總說.....	14
4·2	降雨量・逕流調查.....	14
4·2·1	降雨量調查.....	14
4·2·2	土石流洪峰流量等的推測.....	14
4·3	土砂生產量調查.....	16
4·3·1	調查範圍.....	16
4·3·2	可能移動溪床堆積土砂量.....	17
4·3·3	崩塌可能土砂量.....	17
4·3·4	最大礫徑調查.....	17
4·4	流出土砂量調查.....	17
4·4·1	降雨量能搬動的土砂量.....	17
4·4·2	流出土砂量調查綜合整理.....	18
4·5	容許流出土砂量調查.....	18
4·6	土石流實態掌握相關調查.....	18
4·6·1	土石流災害後流動狀況調查.....	18
4·6·2	土石流災害後流出・堆積狀況調查.....	18
4·6·3	土石流災害後崩塌狀況調查.....	19
4·6·4	土石流災害後人員傷害・家屋等財產受損狀況調查.....	19
4·6·5	土石流前兆現象、土砂到達時間調查.....	20
第 5 節	火山砂防調查.....	20
5·1	總說.....	20
5·2	平常時實施的調查.....	21
5·2·1	軟體對策相關調查.....	21
5·2·2	硬體對策相關調查.....	22
5·2·3	緊急對策相關調查.....	24
5·3	緊急實施的調查.....	25
5·3·1	火山噴發時的初步調查.....	25
5·3·2	緊急軟體對策相關緊急調查.....	26
5·3·3	緊急硬體對策相關緊急調查.....	31
第 6 節	堰塞湖（河道阻塞）等異常土砂災害對策調查.....	31
6·1	對象現象.....	31
6·2	平常時實施的調查.....	31
6·2·1	大規模崩塌潛感區相關調查.....	31
6·2·2	堰塞湖等異常土砂災害規模推估相關調查.....	32
6·2·3	堰塞湖形成前實施緊急對策相關調查.....	33
6·3	堰塞湖形成後調查.....	34
6·3·1	確認堰塞湖形成與災害擴大危險性相關調查.....	34
6·3·2	堰塞湖形成後實施軟體對策相關調查.....	34
6·3·3	堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查.....	36
6·4	大規模崩塌・堰塞湖潰決導致土石流等災害後的調查.....	38
第 7 節	土砂災害相關軟體對策調查.....	38
7·1	土砂災害軟體對策的基礎調查.....	38
第 8 節	環境調查.....	40

8·1	環境調查的目的.....	40
8·2	環境調查的調查內容.....	40
8·2·1	社會環境調查.....	40
8·2·2	自然環境調查.....	41
8·3	持續性的環境調查.....	42
第9節	流域・水系的漂流木調查.....	42
9·1	漂流木生產量調查.....	42
9·1·1	漂流木生產量.....	42
9·1·2	漂流木的最大長、最大直徑計算方法.....	43
9·1·3	漂流木的平均長、平均直徑計算方法.....	43
9·2	漂流木流出量調查.....	43
9·3	漂流木實態掌握相關調查.....	43
第10節	砂防經濟調查.....	45

2014年4月 版

## 第17章 砂防調查

### 第1節 總說

#### <想法>

本章旨在取得可用來掌握・分析土砂災害發生機制與土砂移動現象、制定砂防基本計畫、設計砂防設施、綜合土砂管理的檢討、以及火山噴發時等實施緊急應對措施所需資料，訂定溪流、山地河道及其流域所生產土砂與流出土砂相關調查的技術性事項。

砂防基本計畫由水系砂防・土石流對策・漂流木對策・火山砂防・堰塞湖等異常土砂災害對策計畫構成，目的是處理變化多端的土砂移動現象。因此有必要藉由實施基礎調查，清楚掌握對象現象，然後實施配合各計畫與對策的調查。此外，計畫會設定某些對象現象，所以，有時會和生產土砂量與流出土砂量等計畫中的對象土砂量不同。此外，實施水系砂防與綜合土砂管理檢討相關調查時，應注意與下游之關係。

### 第2節 基礎調查

#### 2.1 計畫基準點等

##### <必須>

計畫基準點係指決定水系砂防計畫與土石流對策計畫所處理土砂量的地點。

水系砂防計畫之中當作對象的計畫基準點，應設定在計畫區域最下游地點或河川計畫相關地點、保全對象上游地點、預估會生產土砂地區的最下游地點等。

此外，土石流對策計畫之中當作對象的計畫基準點，應設在保全對象上游等地點。

另外，若須掌握土砂移動形態會改變的地點、支流內保全對象上游地點、主流與支流匯流點等的土砂移動狀況，應設置輔助基準點。

#### 2.2 地形、地質、社會狀況等相關調查

##### 2.2.1 地形調查

##### <標準>

基礎調查重點在於掌握流域的概括性地形條件，以便做為水系砂防調查等本節以下各種調查的基礎資料。標準做法應依據地形圖與航空照片等，實施流域區分、河川級序區分，以及傾斜角、坡面形狀、河床坡度等調查。

##### <案例>

地形調查所使用方法，包括資料調查、現場調查與空載雷射測量等。資料調查利用現地形圖、數值標高模型等掌握地形。現場調查則實施現地勘查與測量，掌握地形。

此外，調查地形應清楚掌握下列指標。

坡面形狀乃流水是否容易匯集，表層物質是否往下方移動的因素。坡面形狀有平面形狀與縱斷面形狀等，通常則以縱斷面形狀進行區分，有上升（凸）坡面、下降（凹）坡面、平衡（直線）坡面與複合式坡面。容易出現豪雨型崩塌的地點，多半是下降坡面與複合坡面。

##### <參考資料>

基礎調查的地形調查可參考下列資料。

- 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.

<標準>

實施基礎調查標準做法是，使用二萬五千分之一以上比例尺地形圖，計畫基準點上游流域每條溪流都予以區分，各自算出其流域面積。

## 2.2.2 水系圖

<標準>

基礎調查標準做法是，以二萬五千分之一以上比例尺地形圖製作水系圖，然後進行河川級序區分。河川級序區分可用來掌握每個級序的崩塌土砂量與流出土砂量關係，標準做法是以 Horton-Strahler 方法實施區分。

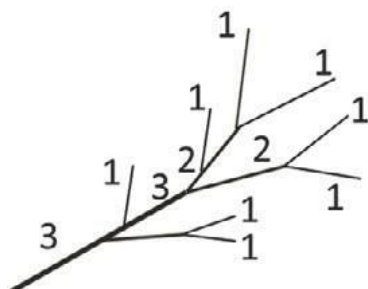


圖17-2-1 河川級序區分

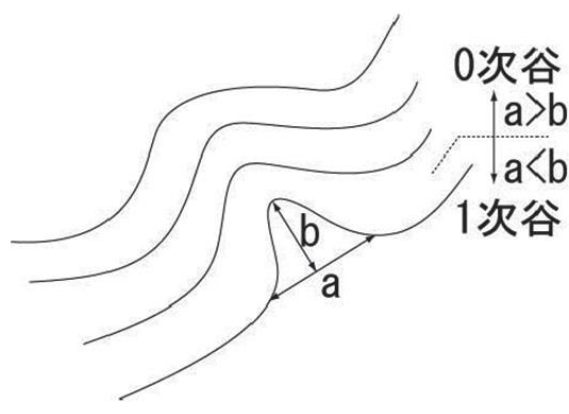


圖17-2-2 1次谷的判定

<參考資料>

谷次数（水流次数），可參考下列資料。

- 1) (社)砂防学会編：改訂砂防用語集，p.152，山海堂，2004.

## 2.2.3 地質・土壤調查

<標準>

砂防調查之中的地質・土壤調查，結果可用來推測土砂生產量・流出土砂量、調查坡面崩塌危險度等、選定對策設施位置、設計對策設施，其內容包括以下幾種；

- 資料調查（活用既往調查結果，利用地質圖進行調查等），
- 現地調查（現地勘查、地質鑽探調查、簡易貫入試驗、彈性波探測等），
- 物理試驗

#### <參考資料>

資料調查之中有關大規模崩塌的調查，可參考下列資料。

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

現地調査（簡易貫入試験）與物理試験之中與表層崩壊有關的調查，可參考下列資料。

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

現地調査（簡易貫入試験），可參考下列資料。

- 3) 小山内信智，內田太郎，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.

### 2.2.4 降雨量相關調查

#### <標準>

降雨量相關調查的結果可用來掌握降雨量與土砂生產量・流出土砂量之關係，標準做法是蒐集地上雨量計與雷達雨量計數據。此時，因為和土砂生產量・流出土砂量具有較明顯關聯性的降雨指標（比如，小時雨量、日雨量、有效降雨量），會因為土砂生產與流出現象形態而有差異，因此有必要適當選擇與過去土砂生產量・流出土砂量具有高度關聯性的降雨指標。

### 2.2.5 社會狀況等相關調查

#### <標準>

基礎調查的標準做法是，調查計畫基準點上下游土石流及土砂流出導致洪水氾濫災害預測區域的人口、民宅、農地、公共設施、災民救護設施、防災據點等保全對象的分布狀況、土地利用實況、今後的開發計畫等。

此外，基礎調查的標準做法是，應參考既有文獻調查有關流域土砂災害歷史。

### 2.2.6 設施現況

#### <標準>

基礎調查的標準做法是，應利用資料調查、現地調查與空載雷射測量所完成的調查結果分析，掌握砂防相關設施、治山設施與河川相關設施等的現況。

## 2.3 土砂生產相關調查

### 2.3.1 土砂生產相關調查

#### <想法>

土砂生產相關調查的對象為，荒廢地的土砂生產、溪床堆積土砂的再移動、山腹與溪岸坡面崩壊所造成的土砂生產。

### 2.3.2 荒廢地的土砂生產相關調查

#### <標準>

荒廢地土砂生產相關調查，應針對現有崩壊地、裸露地、火山噴發所形成荒廢土地，併用現地調查

航空攝影方法，掌握荒廢狀況、表面侵蝕，以及擴大崩塌等所形成的土砂生產量。另外，標準做法是使用現地調查與航空照片，調查土砂生產相關項目，並參照土砂生產量測定結果與現有資料，根據類似條件的荒廢地土砂生產量進行推測。

#### < 案 例 >

荒廢地表面侵蝕所形成土砂生產量的測定方法，有以下幾種。

- 在小流域・坡面末端設置土砂柵、直接量測土砂生產量的方法
- 以地面雷射測量實施現地調查量測出侵蝕量，掌握土砂生產量的方法
- 現有崩塌地擴大崩塌所形成土砂生產量的測定方法，有以下幾種。
- 利用多期航空照片進行崩塌地判釋・崩塌面積量測與現地調查，並推測崩塌深度・進一步推測崩塌土砂量的方法
- 依據多期空載雷射測量推測擴大崩塌所形成土砂生產量的方法。

#### < 參考資料 >

荒廢地表面侵蝕・崩塌地擴大所形成生產土砂之測定案例，可參考下列資料。

- 1) 鈴木雅一，福嶋義宏：風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量－滋賀県南部、田上山の調査資料から－，水利科学，Vol.33 No.5，pp.89-100，1989.
- 2) 松岡暁，山越隆雄，田村圭司，長井義樹，丸山準，小竹利明，小川紀一郎，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.62No.1，pp.60-65，2009.

### 2.3.3 溪床堆積土砂再移動相關調查

#### < 標 準 >

溪床堆積土砂再移動相關調查標準做法是，實施現地調查，算出溪床土砂堆積量，然後推定溪床堆積土砂再移動所形成之土砂生產量。

#### < 案 例 >

溪床土砂堆積量調查之中的堆積深度，可用來推測周邊沖刷斷面的觀察，但也可同時使用地質鑽探調查與彈性波探測，推測溪床岩盤深度。此外，從堆積深度與山谷寬度，可算出各測點的溪床土砂堆積量，然後把該堆積量和河道距離的比例畫成圖，整理成溪床土砂堆積量圖。溪床流況調查(2.4.2)也可應用相同方法。然後，比較洪水前後空載雷射測量的調查結果，能算出溪床堆積土砂再移動所形成土砂生產量。

### 2.3.4 山腹與溪岸坡面崩塌相關調查

#### < 標 準 >

山腹與溪岸坡面崩塌相關調查，可併用現地調查、航空照片與現有文獻，實施崩塌地等的位置、形狀、規模、崩塌時期、崩塌原因、龜裂・變形的狀況、土層厚、微地形等相關調查，分別推測山腹坡面與溪岸・河岸的表層崩塌及大規模崩塌、地滑所形成的土砂生產量。另外，現有崩塌地表面侵蝕與擴大崩塌所產生之土砂，一併在荒廢地土砂生產相關調查(2.3.2)中處理，本項則針對山腹與溪岸，運用新的坡面崩塌推測今後可能的土砂生產量。

#### < 案例 >

山腹與溪岸坡面崩塌調查，方法有利用航空照片進行崩塌地判釋與崩塌面積量測，利用現地調查推測崩塌深度，從而推測崩塌土砂量等方法。此外，比較崩塌前後空載雷射測量的調查結果，也能算出崩塌土砂量。

#### < 參考資料 >

表層崩塌可參考下列資料。

- 1) 田村圭司，內田太郎，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.

## 2.4 土砂流出相關調查

### 2.4.1 土砂流出相關調查

#### < 想法 >

土砂流出相關調查方法包括流出土砂量調查、溪流現況調查、水文觀測、流砂觀測、逕流分析與河床變動計算等，其結果可用來進行流域監控、擬定砂防基本計畫、檢討綜合土砂管理方法。此外，實施流砂系整體的綜合土砂管理調查，可參考第16章 綜合土砂管理的調查。

### 2.4.2 流出土砂量調查

#### < 想法 >

流出土砂量相關調查做法包括現地調查與空載雷射測量，其結果可用來流域監控、擬定砂防基本計畫、檢討綜合土砂管理方法。調查對象分為一次洪水的流出土砂量，以及一年期間等中長期的土砂流出量。

#### < 案例 >

流出土砂量相關現地調查之中，包括從河床縱橫斷測量算出流出土砂量的方法，以及從防砂壩算出堆砂量變化的方法等。此外，運用空載雷射測量可比較洪水前後測量數據，算出每一次洪水所流出的土砂量。

### 2.4.3 溪流現況調查

#### < 標準 >

溪流現況調查實施對象的標準做法是，從計畫基準點往上游的方向，一直到達主流與支流上游端(參考2.2.2水系圖)為止。

溪流現況調查應實施資料調查與現地調查，清楚掌握露岩地點、土砂與巨礫堆積狀況、常水時的流路、急流與深潭、景觀・環境注意要點，並標示在地形圖上。此外，土砂與巨礫堆積狀況，也應參考砂防設施建設時的資料，進行調查。完成地形與土砂・巨礫堆積形狀、斷面相關調查之後，標準做法應區分土石流所形成堆積物，或者主要是推移狀態土砂搬運所形成堆積物兩種，這部分即可作為設施設計之基礎資料。推移質堆積物之素描舉例，如圖17-2-3 所示。

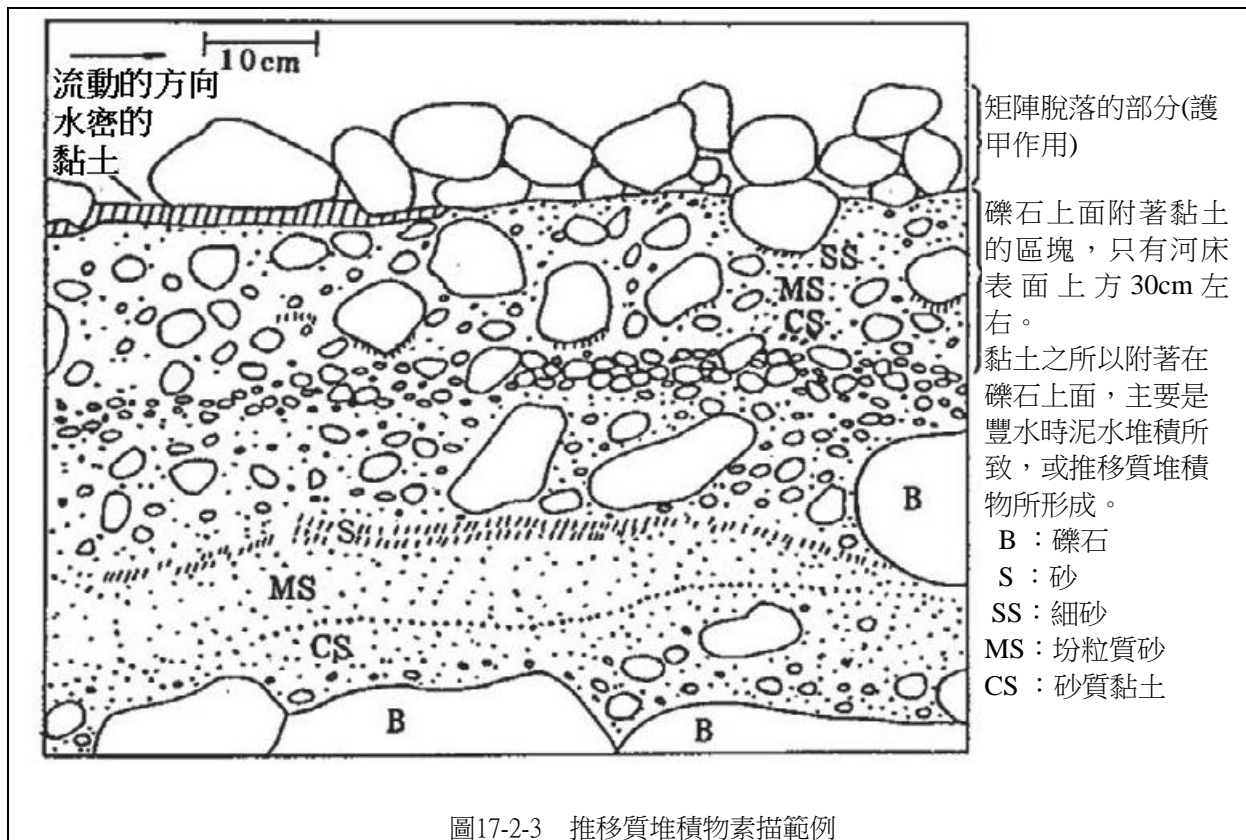


圖17-2-3 推移質堆積物素描範例

#### 2.4.4 水文觀測

##### <想法>

水文觀測實施的目的是掌握降雨逕流反應特性。

##### <標準>

水文觀測的標準做法是，於現地進行流量觀測（水位觀測與流速觀測）。觀測地點除了計畫基準點周邊地點，還包括流域監控上、砂防基本計畫制定上、綜合土砂管理上所應監控流出土砂量之地點。

##### <建議>

觀測候補地點周邊若有砂防壩等橫向構造物，最好能在有橫向構造物的地點實施觀測。此外，若要換算成流量，最好一併觀測水位與流速。此外，山地河道常有大规模洪水造成儀器破損，為了充分保護儀器，最好設置非接觸型觀測儀器。

##### <參考資料>

實施流砂水文觀測可參考下列資料。

1) 岡本敦，內田太郎，鈴木拓郎：[山地河道における流砂水文觀測の手引き（案）](#)，国土技術政策綜合研究所資料，第686号，2012。

此外，若需一併設置非接觸型流速計與水位計，可參考下列資料。

2) 浅野友子，內田太郎，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・水文觀測，砂防学会誌，Vol.65 No.3，pp.65-69，2012。

## 2.4.5 輸砂觀測

### <想法>

輸砂觀測指推移質相關調查，以及懸浮質・沖瀉載（質）調查，目的是掌握輸砂的逕流特性與變動特性。

### <標準>

推移質調查標準方法包括，以推移質採砂器實施的直接調查法，利用聲納感測器（水下傳聲器）等實施的間接調查法。此外，推移質與沖瀉載標準調查方法，包括利用採水器等直接調查法，以及利用濁度計實施觀測等的間接調查法。觀測地點除了計畫基準點周邊地點之外，還有實施流域監控、擬定砂防基本計畫、實施綜合土砂管理須監控流砂量的地點。另外，輸砂觀測應同時掌握，可提供綜合土砂管理方法檢討參考之含平常水位的一年或數年間累積流砂量等中長期的流出土砂量，以及可提供砂防基本計畫參考的大規模降雨短期流出土砂量。

輸砂觀測可參考下列資料。

- 1) 岡本敦，內田太郎，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.

輸砂觀測的案例，可參考下列資料。

- 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.56No.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.

## 2.4.6 輸砂量調查結果綜合整理

### <想法>

輸砂量調查結果，應綜合整理成調查位置圖地點各項要素與輸砂量年表。

### <參考資料>

實施綜合土砂管理的調查，可參考下列資料。

- 1) 国土技術政策総合研究所：[健全な水循環系・流砂系の構築に関する研究](#)，国総研プロジェクト研究報告，第16号，2007.
- 2) 水野秀明，小山内信智，清水武志，稲村貴志：流砂系の総合的な土砂管理支援システムの開発，土木技術資料，vol49 No7，pp.26-31，2007.

## 2.4.7 土砂移動分析・河床變動計算

### <想法>

土砂移動分析與河床變動計算，可用來重現・預測溪流與山地河道的水與輸砂之流出特性・變動特性。溪流與山地河道的土砂移動現象和沖積河川不同，其特徵在於非平衡性強烈，而且會因為土砂濃度與坡度而產生輸砂形態變化，因此，應組合利用可適當表現這種特徵的輸砂量公式。輸砂的形態方面，應考慮對象區間坡度，選擇以適當公式說明推移質與懸浮質、推移質集體流動、土石流等調查對象。

## <事 例 >

為了重現・預測山地河道之輸砂的流出特性與變動特性，可使用輸砂量公式如下。此外，若發現有新提案的公式具備適用條件，也可加以應用。

### 1) 推移質

#### a) 臨界推移力相關公式

岩垣公式、修正Egiazaroff公式

#### b) 推移質流量公式

芦田・道上公式、Meyer-Peter・Muller 公式、芦田・高橋・水山公式

### 2) 懸浮質

#### a) 懸浮質流量公式（搭配組合流速分布與濃度分布）

Lane-Kalinske的公式、板倉・岸的公式

#### b) 基準面濃度公式

Lane-Kalinske 的公式、板倉・岸的公式、芦田・岡部・藤田的公式、芦田・道上的公式

### 3) 土石流

#### a) 土石流的阻力定律

高橋的公式、江頭・宮本・伊藤的公式

#### b) 土石流的濃度法則

##### ① 平衡濃度公式

高橋的公式

##### ② 侵蝕・堆積速度公式

高橋的公式、江頭的公式

### 4) 推移質集體流動

#### a) 推移質集體流動的阻力定律

高橋的公式、江頭・宮本・伊藤的公式

#### b) 推移質集體流動的濃度法則

##### ① 平衡濃度公式

高橋的公式、水山的公式

##### ② 侵蝕・堆積速度公式（與土石流相同）

高橋的公式、江頭的公式

### 5) 總輸砂

#### a) 總輸砂量公式

Brown公式

除了上述公式之外，可適度參考能統一處理土石流與推移質集體流動的計算方法、也納入考量推移質非平衡性的計算方法、土石流含細粒土砂的影響評估方法、防砂壩設置地點計算方法等所累積的知識見解，並應用適合各該對象地區與現象的公式。

## <相關通知等>

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集〔1999年版〕，丸善，1999.

## <參考資料>

砂防調査之中的河床變動計算所使用公式，可參考下列資料。

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

連續處理從推移質到推移質集體流動、土石流之方法，以及將推移質非平衡性納入考量的計算方法，可參考下列資料。

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

可統一處理土石流及推移質集體流動的計算方法，可參考下列資料。

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

評估土石流所含細粒土砂影響的方法，可參考下列資料。

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

防砂壩設置地點的計算方法，可參考下列資料。

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

## 第3節 水系砂防調査

### 3.1 降雨量・逕流調査

#### 3.1.1 流域整體的調查

##### (1) 短期降雨量的時間變化

###### <想法>

流域整體短期降雨量時間變化調查，旨在依據該流域以往的降雨量資料，計算短期的輸砂・洪水流量歷線。

在此，「短期」指計畫規模現象發生的一系統降雨持續時間。

##### (2) 短期輸砂・洪水流量歷線計算

###### <想法>

流域整體短期輸砂・洪水流量歷線，旨在依據資料調查、現地調查與數值計算，算出土石流區間與推移區間的計畫土砂量。

###### <案例>

依據過去的歷史事件，決定流域整體的短期輸砂・洪水流量歷線。此外，若過去災害歷史事件沒有充分詳細資訊，可利用數值計算等予以補充。

洪水流量歷線可將流域降雨分布納入考量，並利用分析土砂移動的方法算出來。

可依據輸砂量調查(2.4.2)結果，算出計算輸砂量歷線時的合計輸砂量。此外，可藉由訪談

周邊居民調查，掌握輸砂發生的時間點。然後，可依據輸砂觀測（[2.4.4](#) 與 [2.4.5](#)）及土石流觀測（[4.2.2](#)）、土石流災害後的逕流・堆積狀況調查（[4.6.2](#)）結果，掌握輸砂發生時間點。

運用數值計算，可使用土砂移動分析・河床變動計算（[2.4.6](#)）所說明的方法。

#### <參考資料>

短期輸砂・洪水流量歷線的檢討案例，可參考下列資料。

- 1) 杵木敏仁，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）中長期降雨量的時間變化

#### <想法>

流域整體中長期降雨量的時間變化調查，旨在依據該流域以往的降雨量資料，計算中長期的輸砂・洪水流量歷線降雨量之時間變化。

此外，所謂「中長期」，指短期降雨導致所產生土砂移動的影響期間，也就是土砂從流砂系土砂生産區域移動到流砂系末端為止所需期間，以及計畫對象所需期間，通常設定為數年到數十年甚至更長的期間。

### （4）中長期的輸砂・洪水流量歷線計算

#### <想法>

流域整體的中長期輸砂・洪水流量歷線調查，旨在依據資料調查、現地調查與數值計算，算出土石流區間與推移區間的計畫土砂量。

#### <案例>

可根據過去的歷史事件決定流域整體的中長期輸砂・洪水流量歷線。此外，若過去災害歷史事件沒有充分詳細的資訊，可利用數值計算等予以補充。

洪水流量歷線可將流域降雨分布納入考量，並利用分析土砂移動的方法算出來。

可依據輸砂量調查（[2.4.2](#)）結果，算出計算輸砂量歷線時的合計輸砂量。可依據防砂壩等的土砂堆積量調查，予以推測。此外，可從輸砂觀測（參照[2.4.4](#)與[2.4.5](#)）及土石流觀測（參照[4.2.2](#)）結果，掌握輸砂發生的時間點。

運用數值計算時，可使用土砂移動分析・河床變動計算（[2.4.6](#)）所說明的方法。

#### <參考資料>

中長期輸砂・洪水流量歷線相關檢討案例，可參考下列資料。

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

## 3.1.2 個別流域的調查

### （1）短期降雨量的時間變化

#### <想法>

個別流域的短期降雨量之時間變化調查，旨在個別流域正下方計畫基準點的輸砂・洪水流量歷線

。此外，應參考土石流危險溪流的設定方法與水系圖(2.2.2)之流域區分，在主要是土石流危險溪流或準土石流危險溪流的流域，設定個別流域。

#### <相關通知等>

- 1) 土石流危險溪流與土石流危險區域調查的實施，1997年4月16日，建設省河砂発第20号，建設省河川局長通達。
- 2) 土石流危險溪流與土石流危險區域調查要領（案），1997年4月，建設省河川局砂防 部砂防課。

### (2) 短期輸砂・洪水流量歷線計算

#### <想 法>

若要計算個別流域的土石流區間以及推移區間的計畫土砂量，須依據資料調查、現地調查與數值計算，算出個別流域的短期輸砂・洪水流量歷線。

### (3) 中長期的降雨量時間變化

#### <想 法>

若要算出個別流域正下方計畫基準點的輸砂・洪水流量歷線，需調查個別流域的中長期降雨量時間變化。

### (4) 中長期輸砂・洪水流量歷線的計算

#### <想 法>

若要計算個別流域的土石流區間以及推移區間的計畫土砂量，須依據資料調查、現地調查與數值計算，算出個別流域的中長期輸砂・洪水流量歷線。

## 3.2 土砂生產量調查

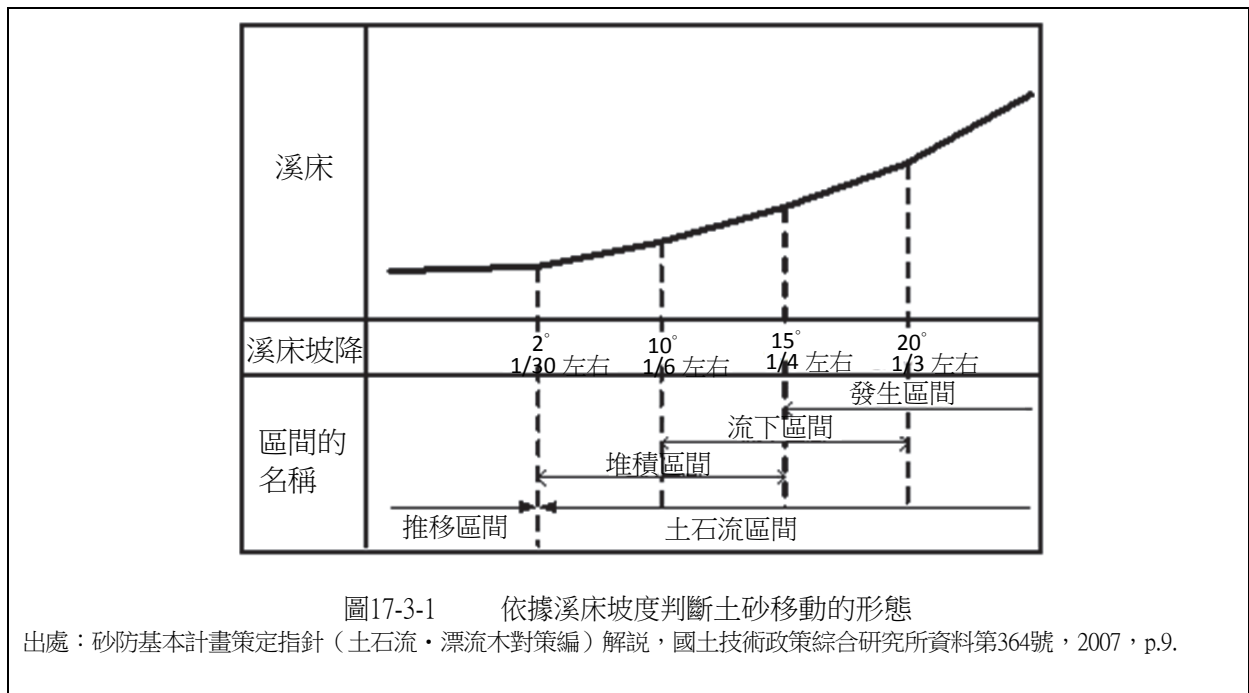
### 3.2.1 調查對象

#### <想 法>

土砂生產量調查對象，基本上包括從土石流區間所流出土石流之土砂量、崩塌地或裸露地所直接流入推移區間的流出土砂量、地滑導致流出的土砂量。另外，漂流木應與土砂分開計算・估計其產生量，漂流木調查方法可參照第9節。

#### <案 例>

土石流區間與推移區間的判斷標準，如下圖所示。



### 3.2.2 短期生產土砂量的調查

#### <想法>

要掌握崩塌地所生產土砂量，須實施短期土砂生產量調查。

#### <標準>

若能精確推測崩塌，標準做法是以崩塌地等（崩塌地、裸露地）所生產土砂量，做為土砂生產量。

若不能精確推測崩塌，標準做法是從流入推移區間主支流的1次谷最上端到流域最遠點為止的沿途流入土砂量做為土砂生產量。

### 3.2.3 中長期土砂生產量的調查

#### <想法>

中長期土砂生產量調查旨在掌握從土石流區間所流出之土砂量，以及崩塌地所生產土砂量。

#### <標準>

標準做法是，以短期土砂生產量之中、殘存在崩塌地在內土石流區間之土砂為對象，並以土石流區間往下游搬動的中長期土砂量，作為土砂生產量。

### 3.2.4 山腹材料調查

#### <想法>

山腹材料調查旨在實施粒徑分布、比重、孔隙率等調查，以取得算出輸砂量、設定砂防設施基本項目所需之基礎資料。

山腹材料指流入溪流的土砂生產，但和溪流的河床質不同，因此，須掌握其與溪流河床質之差異。

### 3.2.5 河床質調查

#### <想法>

河床質調查旨在實施粒徑分布、比重、空隙率等調查，以取得算出輸砂量、設定砂防設施基本項目所需之基礎資料。

### 3.3 流出土砂量調查

#### 3.3.1 以河床變動計算估算出流出土砂量

#### <想法>

輸砂量為以時間將逕流分析與河床變動計算所算出輸砂量積分而算出的值。此外，山地流域的土砂會非平衡地移動，因此，實施河床變動計算，須注意土砂生產條件所帶給該計算結果的影響。此外，漂流木應與土砂不同，須另立項目計算・估算，漂流木調查做法參照第9節。

#### 3.3.2 河床變動計算檢證的基礎調查

#### <想法>

河床變動計算檢證的基礎調查，可作為檢證所算出輸砂量是否正確的基礎資料，同時也能當作從綜合土砂管理角度、檢討本調查結果的基礎資料。

此外，輸砂量調查目的之一是，掌握砂防設施所發揮的輸砂量調節效果，並當作可用來改良砂防設施、提高其調節效果的基礎資料。

#### 3.3.3 河床變動調查

##### (1) 砂防壩的流入土砂量

#### <標準>

要取得調查對象區間適合當作調查地點的防砂壩，標準做法是測量平面地流入該防砂壩的土砂量，算出該地點的輸砂量。

此外，調查堆積在防砂壩與水庫等設施的土砂、取得輸砂量相關資訊的整體方法，可參照第16章 實施綜合土砂管理的調查 2.3.2 以設施等堆積土砂調查掌握粒徑集團別土砂移動量的時間積分值（一定期間的綜和）。

##### (2) 以河床變動測量推測輸砂量

#### <標準>

標準做法是應用調查區間內的輸砂量觀測結果與河床變動測量結果，推測該地點的總輸砂量。

##### (3) 河床變動量調查的整理

#### <標準>

河床變動量的調查結果的標準做法是，應整理每個期間的輸砂量及比輸砂量（每單位流域面積的輸砂量）。

#### 3.3.4 流出土砂量調查的綜合整理

#### <標準>

流出土砂量調查的標準做法是，比較檢證以時間將進行逕流分析與河床變動計算所算出輸砂

量積分、算出逕流土砂量與河床變動調查結果所取得之土砂量，確認監控之妥當性等。

### 3.4 容許流出土砂量調查

#### <想 法>

容許流出土砂量調查的做法是，針對計畫基準點往下游流動而不會發生災害的土砂量，以及下游所需土砂量，實施包含下游區域在內的河床變動計算。

## 第4節 土石流對策調查 4.1

### 總說

#### <想 法>

本節說明土石流對策調查的標準做法。此外，土石流對策計畫的立案與土石流對策設施之設計，應依據砂防基本計畫制定指南（土石流・漂流木對策編）與土石流・漂流木設計技術指南。

#### <參考資料>

土石流對策計畫的立案與土石流對策設施之設計，可參考下列資料。

- 1) [砂防基本計畫策定指針（土石流・流木對策編）解說](#)，平成19年3月，国土技術政策綜合研究所資料第364号，国土技術政策綜合研究所砂防研究室。
- 2) [土石流・流木對策設計技術指針解說](#)，平成19年3月，国土技術政策綜合研究所資料第365号，国土技術政策綜合研究所砂防研究室。

## 4.2 降雨量・逕流調查

### 4.2.1 降雨量調查

#### <標 準>

土石流對策調查計畫之中的降雨量調查，包含用來設定土石流對策計畫規模的降雨數據分析，以及致生土石流災害之雨量數據的蒐集・分析。標準做法是，運用兩者都作為對象的溪流附近地面雨量觀測所與雷達雨量計之數據。

降雨量調查應配合使用之目的，適當地應用短期降雨指標（1小時最大雨量、60分鐘累積雨量等）、長期降雨指標（連續雨量、24小時最大雨量、日最大雨量、土壤水分指數、有效降雨量等）。

#### <參考資料>

降雨量調查可參考下列資料。

- 1) 国土交通省河川局砂防部と氣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，氣象庁予報部，国土技術政策綜合研究所。
- 2) 寺田秀樹，中谷洋明：[土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法](#)，国土技術政策綜合研究所資料，第5号，2001。

### 4.2.2 土石流洪峰流量等的推測

#### （1）土石流洪峰流量的推測

#### <標 準>

推測土石流洪峰流量標準做法是，依據輸砂量算出土石流洪峰流量。但相同流域若有實測值而能用其他方法推測土石流洪峰流量也可加以應用。

### < 案例 >

溪床堆積物被流水強烈侵蝕形成土石流時，可依據降雨量，算出土石流洪峰流量。  
此外，利用實測計算土石流洪峰流量的方法如下。

#### 1) 由流動痕跡進行推測

若土石流流動痕跡與流動斷面很明顯，可依據土石流流速與水深之推測(4.2.2(2))算出流速，試算其洪峰流量。

#### 2) 利用錄影等影像解析，然後進行推測算出速度

若有拍攝土石流流動狀況的影帶，可進行分析、算出流速。根據錄影算出流速的地點，前往實施現場調查，就能推測流動斷面。流動斷面積乘以流速即可算出洪峰流量。此外，運用非接觸型水位計直接量測水位，可推測出流動斷面。

此外，若要提升土石流洪峰流量的推測精度，應整理上述方法所推測的土石流洪峰流量及其與輸砂量關係。計算輸砂量，應依據輸砂量調查(4.4)。

### < 參考資料 >

土石流觀測的案例，可參考下列資料。

- 1) 三輪賢志，永井健二，荒木孝宏，中川達也：富士山大沢川における土石流觀測，砂防学会誌，Vol62 No2，pp.65-68，2009.
- 2) 岡野和行，諏訪浩，植野利康：燒岳上々堀沢における土石流の総合的觀測，砂防学会誌，Vol60 No6，pp.62-65，2008.
- 3) 高橋英一：有村川における土石流觀測について，砂防学会誌，Vol.65 No.6，pp.60-63，2013.

## (2) 土石流流速與水深之推測

### < 標準 >

標準做法是，應依據理論式、經驗式、實測值等，推測土石流的流速與水深。

### < 案例 >

推算土石流流速，可應用以下方法。

#### 1) 由彎曲部的流動痕跡進行推測

土石流在溪流彎曲部產生偏流，若能現地調查該偏流高度，就能依據土石流導流堤之彎曲部設計方法，算出土石流流速。

#### 2) 利用錄影等影像分析計算流速

若有拍攝到土石流流動狀況的影片，就可進行分析，算出其流速。

#### <參考資料>

計算彎曲部偏流所形成土石流流速的方法詳細內容，以及現地的適用案例，可參考下列資料。

- 1) [土石流・流木対策設計技術指針解説](#)，平成 19 年 3 月，国土技術政策総合研究所資料第 365 号，国土技術政策総合研究所砂防研究室，p.46.
- 2) 水山高久，上原信治：湾曲水路における土石流の挙動，土木技術資料，Vol.23 No.5，pp.243-248，1981.
- 3) 武澤永純，内田太郎，鈴木隆司，田村圭司：鹿児島県船石川で発生した深層崩壊に起因する土石流の推定，砂防学会誌，Vol.62 No.2，pp.21-28，2009.

### (3) 土石流濃度の推測

#### <標準>

推測土石流濃度的標準做法是，應用下列平衡濃度公式。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

在此， $C_d$ ：土石流濃度、 $\sigma$ ：礫石密度、 $\rho$ ：水的密度、 $\phi$ ：溪床堆積土砂的内部摩擦角(°)、 $\theta$ ：溪床坡降(°)。防砂壩設計之中，計算土石流洪峰流量時的溪床坡降為現溪床坡降(°)，也就是可算出1波土石流所預測流出土砂量的地點，或可能成為流動區間下流端地點的現溪床坡降。

### (4) 土石流單位體積重量的推測

#### <標準>

推測土石流單位體積重量的標準做法是，應用實測值、經驗值、理論研究等結果。

#### <案例>

掌握土石流單位體積重量相關觀測，可應用水位計、荷重計等方法。

#### <參考資料>

應用水位計、荷重計的土石流觀測案例，可參考下列資料。

- 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.

## 4.3 土砂生產量調查

### 4.3.1 調查範圍

#### <想法>

土砂生產量調查的範圍，原則上包括從砂防基本計畫上的計畫基準點往上游方向之主流與支流。

### 4.3.2 可能移動溪床堆積土砂量

#### <標準>

計算可能移動溪床堆積土砂量的標準做法是，參考現地調查及附近溪流出現土石流時的沖刷狀況，算出土石流發生時預期會有侵蝕狀況的平均溪床寬度及溪床堆積土砂平均深度。

#### <案例>

若要以現地調查推測平均溪床寬度，有的案例做法是，參考溪流橫斷方向上的溪岸坡面角度變化，以及生長在土石流堆積物上的先驅樹種與山腹地坡面生長樹種之差異，區分山腹與溪床堆積土砂。

此外，若要依據現地調查推測溪床堆積土砂之平均深度，除了上述斷面形狀之外，推測時也應考慮縱斷的岩盤連續性，實施上下游溪床露岩調查。

#### <參考資料>

可能移動溪床堆積土砂量的現地調查案例等，可參考下列資料。

- 1) [砂防基本計畫策定指針（土石流・流木対策編）解說](#)，平成19年3月，国土技術政策綜合研究所資料第364号，国土技術政策綜合研究所砂防研究室，pp.32-34.

### 4.3.3 可能崩塌土砂量

#### <標準>

推測可能崩塌土砂量的標準做法是，以推測山腹所可能崩塌土砂量之值，或0次谷的崩塌土砂量推測值，作為其值。

若能精確推測可能崩塌土砂量，應參考地形・地質特性與現有崩塌之分布等，推測具體的發生位置、面積與崩塌深度。若難以精確推測，標準做法是，從打算要計算的0次谷可能移動溪床堆積土砂之平均斷面積與流出土砂量地點，一直到上游1次谷最上端到溪流最遠點為止、沿流路山谷路線所測得的距離，算出可能崩塌土砂量。

#### <參考資料>

可能崩塌土砂量的計算方法，可參考下列資料。

- 1) [砂防基本計畫策定指針（土石流・流木対策編）解說](#)，平成19年3月，国土技術政策綜合研究所資料第364号，国土技術政策綜合研究所砂防研究室，p.35.

### 4.3.4 最大礫徑的調查

#### <標準>

最大礫徑調查的標準做法是，以相當於測定溪床堆積巨礫粒徑所做成頻率分布累積值95%的粒徑（D95），為最大粒徑。

另外，可計測巨礫的粒徑三軸（長軸、中軸、短軸）或二軸（長軸、短軸），算出最大粒徑。

## 4.4 流出土砂量調查

### 4.4.1 降雨量能搬動的土砂量

#### <想法>

降雨量乘以流域面積算出總降雨量，再乘以流動中的土石流濃度，就能算出降雨量所能搬動的

土砂量。

#### 4.4.2 流出土砂量調查綜合整理

<想法>

流出土砂量調查應實施現地調查，依據地形圖與過去土石流記錄等綜合決定之。原則上流出土砂量的值小於本節 4.3.2 與 4.3.3 所算出流域內可能移動溪床堆積土砂量與可能崩塌土砂量所累計之可能移動土砂量，也小於降雨量能搬動的土砂量。若已在實施水系整體（包含土石流危險溪流）更詳細的崩場地調查、土砂生產量調查以及歷史事件的流出土砂量調查，應依據這些調查結果，決定流出土砂量。

#### 4.5 容許流出土砂量調查

<想法>

容許流出土砂量調查旨在調查流動斷面，掌握不會在計畫基準點下游造成災害而流動的土砂量，以及下游所需土砂量。

#### 4.6 掌握土石流實態相關調查

##### 4.6.1 土石流災害後流動狀況調查

<想法>

實施掌握土石流流動實態相關調查，旨在累積詳細的土砂災害相關數據，以便擬定土石流對策計畫、設計對策施設等。

<標準>

土石流流動狀況調查的標準做法是，依據現地調查，推測流出土砂量、土石流洪峰流量、流量水文歷線，掌握其實際狀況。

<案例>

流出土砂量相關調查除了現地調查之外，有時也可一併使用空載雷射測量調查。

土石流洪峰流量相關調查若已清楚了解土石流的流動痕跡與流動斷面，就能依據土石流流速與水深之推測(4.2.2(2))，算出流速以及土石流洪峰流量。此外，為了提升土石流洪峰流量的推測精度，應整理依據土石流流動痕跡與流動斷面所推測土石流洪峰流量與流出土砂量、降雨量之關係，此時若能活用雷達雨量計所取得雨量數據，也可應用雷達雨量計所取得的數據。

##### 4.6.2 土石流災害後的流出・堆積狀況調查

<想法>

土石流災害後流出・堆積狀況調查旨在累積詳細的土砂災害相關數據、擬定土石流對策計畫、設計對策施設並檢討警戒避難體制。

<案例>

土石流災害後的流出・堆積狀況調查，主要是進行土石流流動場與堆積場之調查，但有時也會調查溪床堆積土砂的侵蝕空間平均坡降、溪床堆積土砂的侵蝕量、殘存溪床堆積土砂量、土石流堆積場範圍、土石流堆積深度、土石流氾濫開始點的坡降、各土石流界線的堆積土砂量、土石

流流動深度、堆積物容積濃度、堆積物的粒徑分布等。此外，除了現地調查，有時也可應用空載雷射測量進行調查。土石流災後的流出・堆積狀況調查，周邊住民訪談調查，也常有助於推測土石流規模與持續時間。

#### <參考資料>

土石流災害後的流出・堆積狀況調查詳細做法，可參考下列資料。

- 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。

### 4.6.3 土石流災害後的崩塌狀況調查

#### <想法>

土石流災害後崩塌狀況調查旨在累積詳細土砂災害相關數據、擬定土石流對策計畫、設計對策設施並檢討警戒避難體制。

#### <案例>

表層崩場所導致土石流崩塌狀況調查，有時在崩塌地調查之中，也包含調查崩塌地周邊地質區分・植生狀況、各崩塌地崩塌土方量・崩塌面積、崩塌殘土量與位置的分布、崩塌地縱斷面圖・橫斷面圖、崩塌地平均坡降、崩塌地是否有湧水及其地點、崩塌地周邊龜裂大小及其分布等等。

#### <參考資料>

土石流災害後的崩塌地調查詳細做法，可參考下列資料。

- 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。

### 4.6.4 土石流災害後人員傷害・家屋等財產受損狀況調查

#### <想法>

土石流災害後人員傷害・家屋等財產受損狀況調查，旨在累積詳細土砂災害相關數據、進行土石流對策設施設計・計畫效果評鑑方法的檢討，並檢討是否建立警戒避難體制等。

#### <案例>

估算土石流災害後的人員、房屋等災情，以及估算土砂移動導致的災害，可應用以下方法。此外，漂流木所可造成的災害，可參照漂流木實態掌握相關調查(9.3)。

#### 1) 人員與房屋等災情的估算

應製作詳細平面圖，顯示流失、全毀、半毀、部分破損、地板下泡水、地板上泡水的房屋（木造、RC造、鋼骨造、其他）位置。由該詳細平面圖可了解全毀、半毀房屋數量，及其土砂災害特別警戒區域、土砂災害警戒區域區域內總房屋數所占比例、以及離河道中央的水平距離。此外，應由消防、警察單位訪談居民進行調查，將罹難居民災害前避難房屋的位置以及發現地點，在詳細平面圖上標示出來。

## 2) 估算土砂移動導致的災害

有殘存建築物時，可從其牆壁（上游側壁面、側面、下游側壁面）流動痕跡，量測其流動深度。若調查時房屋已拆除，可利用照片等進行量測。

估算破壞房屋的巨礫最大粒徑。若房屋還在，可實施現地調查，進行量測。若房屋已拆除，可用照片等方法量測。

製作砂礫衝撞造成鋼筋骨架變形量（凹陷量）與變形部分的斷面圖。若房屋還在，可實施現地調查加以量測。若調查時房屋已拆除，可利用照片等進行量測。

上述之外的農作物等災情，應調查該災情與土砂流動與漂流木的關係。

### <參考資料>

土石流災害後人員傷害・家屋等財產受損狀況調查詳細做法，可參考下列資料。

- 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.

## 4.6.5 土石流前兆現象、土砂到達時間的調查

### <想法>

土石流前兆現象、土砂到達時間相關調查，旨在累積詳細的土砂災害相關數據，實施土石流相關警戒避難體制之檢討。

### <案例>

土石流前兆現象、土砂到達時間相關調查，有時應針對下列項目，儘可能訪談更多災民。

- ・ 各家屋流入土砂或水、漂流木的時間點
- ・ 有無可能是土石流前兆現象的現象，及其大致出現的時間點（比如，山腹、溪流、水路出現異常聲音，溪流與水路泥水溢出來，溪流、水路水位劇增或劇減、漂流木流下、溪流、水路混濁，水自後山湧出等）
- ・ 有無可能是土石流前兆現象的現象與土石流攝影的影像，及其內容

### <參考資料>

土石流前兆現象、土砂到達時間的詳細調查，可參考下列資料。

- 1) 国土交通省砂防部監修：砂防関連事業災害対策手冊，p.246，(社)全國治水砂防協會，2001.

## 第5節 火山砂防調查

### 5.1 總說

#### <想法>

火山砂防調查旨在制定火山砂防計畫，實施對象為火山泥流、溶岩流、火山碎屑流及火山灰等堆積後降水所導致的土石流。

#### <標準>

火山砂防調查分為平常時實施的調查，與緊急時實施的調查。其中，緊急時指火山活動活潑

化、判斷可能造成災情，一直到噴發活動結束、火山灰等堆積後降水所導致土石流（以下稱為火山灰後的土石流）集中發生狀況判斷已減少為止之期間。

此外，土石流之中非火山灰後而是平常時發生的土石流相關計畫之調查，可參考本章第2節基礎調查、第4節土石流對策調查。

## 5.2 平常時所實施的調查

### 5.2.1 軟體對策調查

#### <想法>

軟體對策相關調查旨在針對對象火山，製作能顯示對象現象及其影響範圍的火山災害預測區域圖。

#### <標準>

火山災害預測區域圖製作相關調查，標準做法應以下列方法實施。

- 資料調查（文獻蒐集・整理、氣象數據蒐集・整理）
- 現場調查（地形・地質調查、火山活動狀況調查等）
- 數值模擬

本調查標準做法應實施下列項目的調查。

- 1) 火山噴發歷程
- 2) 火山周邊自然條件與目前火山活動狀況
- 3) 土砂移動歷史事件
- 4) 曾發生的溶岩流、火山碎屑流、火山泥流等現象之特性・特徵
- 5) 現在的地形條件
- 6) 對象現象的流量時間系列
- 7) 數值模擬所使用的參數

依據1)～4)，決定對象現象。此外，必要時也應將5.1所定對象現象之外的現象，納入製作火山災害預測區域圖對象現象。

標準做法應依據5)～7)，依據以下分析方法，推測對象現象相關的影響範圍及其程度。

- 氾濫計算等的數值模擬
- 地形分析等

對象現象之影響範圍等調查，標準做法是針對下列項目進行設定，當作對象現象的火山災害預測區域圖。

- 最大流動深度分布、最大堆積深度分布
- 分布的時間變化

此外，標準做法是，應依據土砂移動歷史事件調查結果、地形分析與數值模擬所製作的火山災害預測區域圖等，製作每個對象現象的火山災害預測區域圖，然後綜合對象火山的各種現象，如

此就能掌握火山整體的火山災害預測區域。

此外，火山碎屑流熱空氣部分，應參考過去類似火山的案例等，考量地形特性，進行推測。

#### <參考資料>

詳細做法應參考下列資料。

- 1)火山噴發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。

### 5.2.2 硬體對策相關調查

#### （1）對象現象與規模相關調查

##### <想 法>

硬體對策的對象現象與規模相關調查，旨在決定對象火山之對象現象，設定其對策的規模。

##### <標 準>

硬體對策對象現象與規模相關調查，標準做法是針對軟體對策相關調查(5.2.1)相同之項目，以相同方法實施。

此外，對象現象之規模推測，標準做法是依據河床變動計算、流動・氾濫計算等的數值模擬進行推測。

設定對象現象之規模，標準做法是針對下列項目進行設定。

- 土砂量
- 洪峰流量
- 流速與流動深度

溶岩流、火山碎屑流方面，除了上述調查之外，也應調查硬體對策之實效性。

##### <案 例>

沉降的火山灰坡面侵蝕所導致的土石流，設定其土砂量、洪峰流量、流速與流動深度的方法，除了土石流洪峰流量等的推測(4.2.2)、流出土砂量調查(4.4)，也可使用下列方法。

#### 1) 每個流域山腹坡面沉降的火山灰區域面積的推測

在比例尺1000分之1左右地形圖上製作顯示沉降的火山灰區域、土石流發生區（出現蝕溝、表層崩塌等的區域）、土石流流動區（含溪床堆積土砂的侵蝕區間）、土石流堆積區、呈現保全對象的詳細平面圖。依據其詳細平面圖進行量測。

#### 2) 山腹坡面的沉降火山灰深度推測

依據目視、照片・錄影進行判釋，或用其他方法複數計測沉降的火山灰深度。

#### 3) 採集道路與家屋等所堆積火山灰

在允許進入的區域，採集道路與家屋等所堆積火山灰（可裝入厚塑膠袋）。採集場所（和噴發口的水平距離及其方向）應詳列於平面圖，並標示採集的年月日。

#### 4) 主要蝕溝的分布地點、蝕溝規模之推測

蝕溝之分布、蝕溝寬度、長度可利用航空照片、直升機觀察、照片・錄影等的判釋中求得。

#### 5) 到發生土石流為止的降雨

整理每個觀測所的連續雨量、最大24小時雨量、最大小時雨量、上述連續雨量之前一周連續總雨量（前期降雨）。

### <參考資料>

沉降的火山灰坡面侵食所導致土石流調查，詳細作法可參考下列資料。

- 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.243，(社)全国治水砂防協会，2001.

對象現象與規模相關調查，可參考下列資料。

- 2) 火山噴發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) 設施配置計畫相關調查

### <想 法>

設施配置計畫相關調查旨在配合對象現象之規模，檢討合理且有效的設施配置計畫。

### <標 準>

火山泥流與火山灰沉降後土石流設施配置計畫相關調查，標準作是應掌握對象現象與規模相關調查（5.2.2(1)）所設定土砂量，以下列方法實施調查。

- ・土砂移動分析（河床變動計算等）
- ・資料調查（土地利用狀況調查等）

火山泥流與火山灰沉降後土石流設施配置計畫相關調查，標準作法調查下列項目。

- 1) 土砂移動現象的特性
- 2) 設施適合地點

應依據1)、2)制訂火山泥流與火山灰沉降後土石流設施配置計畫。

此外，除了針對溶岩流、火山碎屑流實施上述調查，也應調查人為調控的實效性。

### <參考資料>

設施配置計畫相關調查，可參考下列資料。

- 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，Vol44 No5，pp.11-18，1992.

### 5.2.3 緊急對策相關調查

#### (1) 緊急硬體對策相關調查

##### <想 法>

緊急硬體對策相關調查旨在劃定應事前實施事項，以便緊急時能迅速實施硬體對策。

##### <標 準>

緊急硬體對策相關調查，標準做法除了硬體對策相關調查(5.2.2)所實施項目，也應調查下列項目。

- 1) 應事前實施的硬體對策
- 2) 應事前備妥的資設備
- 3) 緊急時工程用道路等臨時工程的實施方法
- 4) 資設備的緊急調度・搬運方法
- 5) 確保用地的可能性
- 6) 施工所需時間
- 7) 緊急工程的安全對策等

標準做法是，依據1)~7)，確定事前應實施事項，以便緊急時可迅速實施硬體對策。

##### <參考資料>

緊急硬體對策相關調查詳細作法，可參考下列資料。

- 1) 火山噴發緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，平成19年4月27日，国土交通省河川局砂防部。

#### (2) 緊急軟體對策相關調查

##### <想 法>

緊急軟體對策相關調查旨在確定事前應實施事項、如緊急時能製作即時防災地圖、提供避難支援所需資訊、迅速蒐集確保工程現場安全資訊等的事項。

##### <標 準>

緊急軟體對策相關調查，標準作法除了軟體對策相關調查(5.2.1)所實施項目之外，也應調查下列項目。

- 1) 監視・觀測機器設置之可能性，以及事前整備之必要性
- 2) 資訊通信網整備的可能性，以及事前整備之必要性
- 3) 即時防災地圖的製作、支援避難的資訊提供等訓練
- 4) 製作對象火山過去的火山活動歷程、地形數據、模擬結果等資料庫

依據1)~4)，確定事前應實施事項，以便緊急時可迅速實施緊急軟體對策。

此外，為了緊急時用來迅速推測對象現象可能導致災害範圍與時期的事前準備，標準做法是調查下列項目。

- 1) 製作即時防災地圖數值模擬計算所需的參數（粒徑分布、砂礫密度等）調查
- 2) 製作即時防災地圖數值模擬計算所需的地形數值、降雨機率統計、降雪分布數值等的調查
- 3) 事先設定預測火山噴發時警戒避難基準雨量所需的過去土石流等發生・無發生資訊、降雨資訊的調查

#### <參考資料>

緊急軟體對策相關調查，詳細做法可參考下列資料。

- 1) 火山噴發緊急減災對策砂防計畫策定ガイドライン，平成19年4月27日，国土交通省河川局砂防部。
- 2) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴發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畫課，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。

### 5.3 緊急時實施的調查

#### 5.3.1 火山噴發時的初步調查

##### <想 法>

火山噴發初步調查旨在掌握火山噴發時的狀況，確認緊急時應對應處理的現象，判斷應否實施緊急硬體對策與緊急軟體對策之調查。

##### <標 準>

火山噴發時的初步調查，標準作法是掌握噴發活動狀況，在能確保調查安全性的範圍內，依據下列方法進行調查。

- ・現地調查（以直升機等進行目視等）
- ・資料調查（氣象資訊、火山資訊、衛星影像等的蒐集）

火山噴發時的初步調查，標準作法應實施下列項目。

- 1) 火山灰等火碎物的堆積狀況
- 2) 保全對象的位置與數目

標準作法是依據1)、2)，判斷火山灰沉降後應否實施土石流軟體對策相關緊急調查。

此外，標準作法，必要時也應調查下列項目。

- 3) 火山口形成等顯著地形變化狀況
- 4) 溶岩流、火山穹丘形成狀況
- 5) 積雪狀況、火山口內積水狀況
- 6) 其他顯著地表變化
- 7) 火山活動未來狀況預估

標準作法是，依據1)~7)，確認須緊急對應處理現象，判斷應否實施硬體對策、

### <參考資料>

火山噴發時的初步調查詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 火山噴發緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，平成19年4月27日，国土交通省河川局砂防部。
- 2) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴發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。

## 5.3.2 緊急軟體對策相關緊急調查

### (1) 即時防災地圖製作相關緊急調查

#### <想法>

即時防災地圖製作相關緊急調查，旨在依據本節5.3.1火山噴發時的初步調查結果，判斷災害發生時應對處理現象之災害潛勢區範圍，然後進行即時防災地圖製作相關調查，以及更新即時防災地圖相關調查。

另外，火山灰沉降後土石流的即時防災地圖製作相關調查做法，本節5.3.2(3)另行制定。

#### <標準>

##### 1) 即時防災地圖製作相關調查

即時防災地圖製作相關調查，標準做法應掌握噴發活動狀況，在確保調查安全性範圍內，以下列方法進行調查。

- ・ 資料調查（氣象數據蒐集・整理）
- ・ 現地調查（以直升機等進行目視、淤積狀況調查等）
- ・ 土壤試驗（粒徑分析等）
- ・ 數值模擬

即時防災地圖製作相關調查，標準做法應調查下列項目。

- a) 噴發活動造成的顯著地形變化、火口位置
- b) 現象的預測規模、流量時間系列調查
- c) 數值模擬所需參數（砂礫密度、粒徑、積雪深度等）
- d) 現有砂防設施之位置、淤積狀況、破損狀況
- e) 最新保全對象的分布等

依據a)~e)，設定即時防災地圖，標準做法是使用下列分析方法。

- ・ 河床變動計算、氾濫計算等的數值模擬

標準做法是，依據對象現象所製作完成的即時防災地圖，應調查下列項目，然後進行設定。

- 最大流動深度、最大堆積深度分布
- 分布的時間變化

## 2) 即時防災地圖更新相關調查

即時防災地圖更新調查，標準做法應在掌握噴發活動狀況、確保調查安全性範圍內，以下列方法實施。

- 現地調查（以直升機等進行目視、現地測量等）
- 資料調查（蒐集氣象資訊等）
- 土壤試驗
- 數值模擬

即時防災地圖更新相關調查，標準做法應調查下列項目。

- a) 堆積土砂量與分布
- b) 現象的流量時間系列調查
- c) 粒徑
- d) 流速

依據a)~d)，反向推定製作即時防災地圖所使用數值模擬的常數，然後依據更適當的參數，更新即時防災地圖。

### <參考資料>

即時防災地圖製作相關緊急調查，詳細做法可參考下列資料。

- 1) 火山噴發緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，平成19年4月27日，国土交通省河川局砂防部。
- 2) 火山噴發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) 對象現象有產生災害之虞時期的相關緊急調查

### <想 法>

對象現象有發生災害之虞時的相關緊急調查，旨在進行火山噴發時初步調查(5.3.1)結果、判斷應對應處理現象的緊急監視・觀測，以推測可能發生災害的時期。此外，進行火山灰沉降後土石流可能致災的時期相關調查做法，由緊急軟體對策相關緊急調查(5.3.2)另行定之。

### <標 準>

對象現象的緊急監視・觀測，標準做法是依據前節所設定即時防災地圖等，掌握現象特性，並以下列方法實施。

- 現地調查（以直升機等進行目視）
- 以土砂移動等檢知感測器等進行監視
- 現地觀測（氣象觀測等）

・地形變動量測

對象現象的緊急監視・觀測，標準做法應實施下列項目。

- 1) 火山泥流等是否靠近等
- 2) 雪水當量等
- 3) 火山穹丘的成長、溶岩流的移動量等
- 4) 火山碎屑流堆積物等的堆積厚度、分布等
- 5) 其他相關前兆現象

標準做法是依據1)~5)之中一個或多個項目，推測對象現象可能導致災害發生之時期。

#### <參考資料>

對象現象可能導致災害之時期相關緊急調查，詳細做法可參考下列資料。

- 1) 火山噴發緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン，平成19年4月27日，国土交通省河川局砂防部。

### (3) 預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害之土地區域相關緊急調查

#### <想 法>

火山灰沉降後土石流預測可能產生重大土砂災害之土地區域相關緊急調查，旨在依火山噴發初步調查(5.3.1)結果、判斷應實施應對措施時，用來預測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害之土地區域。

#### <必 須>

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害土地區域的相關緊急調查，須在火山噴發後初步調查(5.3.1)結果判斷應進行對應措施時，予以實施。

#### <標 準>

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害的土地區域相關緊急調查，標準做法是依據噴發活動狀況在能確保調查安全的範圍內，以下列方法實施。

- ・資料調查(氣象數據之蒐集・整理)
- ・現地調查(利用直升機等進行目視、火山灰沉降狀況調查等)
- ・數值模擬

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害土地區域相關緊急調查，應調查下列項目。

- 1) 火山灰等的堆積範圍
- 2) 火山噴發活動所造成顯著的地形變化
- 3) 預測氾濫開始地點
- 4) 上游區域的地形
- 5) 下游區域的地形

6) 假設雨量歷線圖

7) 上游區域的水理水文特性

應依據1)~7)，利用下列分析方法，預測火山灰沉降後土石流可能造成重大土砂災害的土地區域。

- ・ 分布型流出計算
- ・ 二維洪水災害計算

應針對下列項目，設定火山灰沉降後土石流可能造成重大土砂災害的土地區域。

- ・ 土石等可能到達的範圍

### <建議>

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害土地區域提升精度相關緊急調查，建議掌握火山噴發活動狀況、在確保調查安全範圍內，以下列方法實施。

- ・ 現地調查（利用直升機等進行目視、現地測量等）
- ・ 資料調查（蒐集氣象資訊等）
- ・ 土壤試驗
- ・ 現地觀測（雨量、水位等）
- ・ 數值模擬

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害土地區域提升精度相關緊急調查，建議調查下列項目。

- 1) 堆積土砂量及其分布
- 2) 現象的流量時間系列調查
- 3) 粒徑
- 4) 流連
- 5) 雨量

依據1)~5)等，反向推測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害土地區域所使用的數值模擬參數，用更適當的參數，提升預測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害區域的精度。

### <參考資料>

預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害土地區域相關緊急調查的詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴發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) 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）及び火山の噴發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，Vol53 No7，pp.18-23，2011.

#### (4) 火山灰沉降後土石流預測可能導致重大土砂災害時期的緊急調查

##### <想 法>

火山灰沉降後土石流預測可能導致重大土砂災害時期的緊急調查，若判斷應針對火山噴發時的初步調查（[5.3.1](#)）結果實施對應作業，須設定預測火山灰沉降後土石流可能產生重大土砂災害之雨量基準。

##### <必 須>

判斷須針對火山噴發時的初步調查（[5.3.1](#)）結果實施對應作業時，須進行預測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害時期的緊急調查。

##### <標 準>

預測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害時期的緊急調查，標準做法應使用下列方法。

- ・ 資料調查（氣象數據等）

預測火山灰沉降後土石流可能導致重大土砂災害時期的緊急調查，標準做法應調查下列項目。

- 1) 過去火山灰沉降之後發生土石流的日時
- 2) 過去發生土石流時／未發生土石流時的雨量

標準做法是，依據 1)、2)，預測火山灰沉降後的土石流可能造成重大土砂災害之雨量基準設定。此外，預測火山灰沉降後土石流造成重大土砂災害之雨量基準重新設定，標準做法是以下列方法實施調查，完成設定。

- ・ 現地觀測（地上雨量、水位等）
- ・ 資料調查（氣象資訊蒐集・整理）

用來預測多大雨量會發生土石流之基準雨量，標準做法是調查以下項目。

- 1) 土石流發生規模、時刻
- 2) 土石流發生時的雨量數據
- 3) 土石流未發生時的雨量數據

標準做法是，依據 1)～3) 製作土石流發生・未發生判別圖，設定發生土石流之基準雨量。

##### <參考資料>

實施預測火山灰沉降後土石流導致重大土砂災害時期的緊急調查，可參考下列資料。

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（噴發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（2011），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) 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（2005）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。

### 5.3.3 緊急硬體對策相關緊急調查

#### <想 法>

緊急硬體對策相關緊急調查旨在依據火山噴發時的初步調查（[5.3.1](#)）結果，確認判斷應實施對應作業之現象規模，以提供實施精確緊急硬體對策之參考。

#### <標 準>

緊急硬體對策相關緊急調查，標準做法是依據火山噴發狀況，判斷是否能確保調查安全，除了和硬體對策相關調查（[5.2.2](#)）相同的項目之外，也應以相同方法實施可能搬動土砂量之調查。

此外，標準做法是依據與硬體對策相關調查（[5.2.2](#)）相同的項目，以下列分析方法進行推測。

- ・ 流動計算、氾濫計算等的數值模擬

標準做法是，應針對下列項目，掌握對象現象的規模。

- ・ 土砂量
- ・ 洪峰流量
- ・ 流速與流動深度

#### <參考資料>

緊急硬體對策相關緊急調查，詳細做法可參考下列資料。

- 1) [火山噴發緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン](#)，平成 19 年 4 月 27 日，国土交通省河川局砂防部。
- 2) 火山噴發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6節 堰塞湖（河道阻塞）等異常土砂災害對策調查

### 6.1 對象現象

#### <想 法>

堰塞湖（河道阻塞）等異常土砂災害對策調查的對象現象是，大規模崩塌後河道阻塞形成堰塞湖上游淹水・堰塞湖潰決導致大規模水與土砂的流動（土石流等）、大規模崩塌伴隨產生的土石流等。

### 6.2 平常時實施的調查

#### 6.2.1 大規模崩塌潛感區相關調查

#### <想 法>

實施大規模崩塌潛感區相關調查，旨在確認應實施堰塞湖等異常土砂災害對策的地點。

#### <標 準>

大規模崩塌潛感區相關調查，標準做法是應用下列方法之中的適當方法，予以實施。

- 資料調查（大規模崩塌歷史事件調查等）
  - 室內作業（航空照片判釋、地形分析等）
- 大規模崩塌潛感區調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 大規模崩塌的歷史事件
- 2) 與大規模崩塌發生有關的地質構造及微地形要素
- 3) 斜面坡度等的地形量

標準做法是依據 1) ~ 3)，推測崩塌潛勢區。

#### <參考資料>

大規模崩塌潛感區調查，詳細做法可參考下列資料。

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

### 6.2.2 堰塞湖等異常土砂災害規模推估相關調查

#### <想 法>

平常時實施堰塞湖等異常土砂災害規模推測相關調查，旨在擬定堰塞湖等異常土砂災害對策之規模。

#### <標 準>

平常時實施堰塞湖等異常土砂災害規模推測之調查，標準做法是進行 1) 崩塌規模推測相關調查，以及 2) 堰塞湖潰決與大規模崩塌形成土石流等規模的推測相關調查。

#### 1) 崩塌規模的推測相關調查

崩塌規模的推測相關調查，標準做法是由下列方法之中，選出適當的方法。

- 資料調查
- 現地調查（以空載雷射測量實施地形調查，以及地形・地盤調查等）

崩塌規模的推測相關調查，標準做法應實施下列項目。

- a) 調查過去發生大規模崩塌與堰塞湖、土石流的規模
- b) 調查過去發生大規模崩塌事件時坡面的地形、地質、地盤特徵
- c) 調查大規模崩塌潛感區坡面的地形、地質、地盤特徵

標準做法是，依據 a)~c)，推測堰塞湖等異常土砂災害的崩塌規模。推估崩塌規模，標準做法應包括下列項目。

- 崩塌土砂量
- 崩塌坡面長
- 崩塌寬度

#### 2) 堰塞湖潰決與大規模崩塌形成土石流等規模的推測相關調查

堰塞湖潰決與大規模崩塌所形成土石流等規模的推測相關調查，標準做法是從下列方法之中選擇適當的方法實施。

- 資料調查（蒐集過去的雨量數據與發生案例等）

- 室內作業（應用地形數據或航空照片，實施地形調查等）
- 現地調查（地形調查等）

堰塞湖潰決與大規模崩場所形成土石流等規模的推測相關調查，標準做法應實施下列項目。

- a) 地形
- b) 流量
- c) 土壤（粒徑分析等）
- d) 降雨預測

標準做法是，依據a)~d)，用下列分析方法，推測堰塞湖潰決與大規模崩場所導致土石流的規模。

- 河床變動計算等的數值模擬

堰塞湖潰決與大規模崩場所導致土石流等的規模，標準做法是設定下列項目。

- 流出土砂量
- 土石流洪峰流量
- 土石流流速與水深

#### <參考資料>

推測大規模崩場所形成土石流的規模，可參考下列資料。

- 1) 石塚忠範，山越隆雄，內田太郎，西口幸希：[深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル（案）](#)，土木研究所資料，第4240号，2012.

### 6.2.3 堰塞湖形成前實施緊急對策相關調查

#### <想 法>

堰塞湖形成前實施緊急對策相關調查，旨在儘早檢知堰塞湖的形成，以及在堰塞湖形成後儘速實施對策。

#### <標 準>

標準做法是，應從以下方法中選擇適當的方法，進行堰塞湖形成前實施緊急對策相關調查。

- 現地調查（流沙水文觀測）
- 室內作業

標準做法是，應針對下列項目，進行堰塞湖形成前實施緊急對策相關調查。

- 1) 確認是否因為流量與濁度變化導致形成堰塞湖
- 2) 確認逕流分析所需之係數

## 6.3 堰塞湖形成後的調查

### 6.3.1 堰塞湖的形成確認與災害擴大危險性相關調查

#### <想 法>

堰塞湖的形成確認與災害擴大危險性相關調查，旨在大規模降雨或地震之後，迅速確認堰塞湖的形成地點，評估對策之必要性。

#### <標 準>

標準做法是，應從以下方法之中，選擇適當的方法，進行堰塞湖的形成確認與災害擴大危險性相關調查。

- 依據雨量、流量、地盤振動等，整合地監測大規模土砂移動
- 利用衛星影像，推測堰塞湖發生地點
- 利用直升機等，進行目視

堰塞湖的形成確認與災害擴大危險性相關調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 堰塞湖的形成位置
- 2) 堰塞湖的概略形狀
- 3) 堰塞湖上游有無淹水
- 4) 堰塞湖是否有溢流現象
- 5) 上下游區域是否有保全對象
- 6) 堰塞湖形成是否已造成災情

標準做法是，依據 1) ~ 6) 檢討災害擴大危險性，進行對策必要性評估。

#### <參考資料>

堰塞湖的形成確認與災害擴大危險性相關調查，詳細做法可參考下列資料。

- 1) (財)砂防フロンティア整備推進機構：大規模な天然ダムの形成・決壊を対象とした異常土砂災害対応マニュアル（案），2005.
- 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.

### 6.3.2 堰塞湖形成後實施軟體對策相關調查

#### (1) 堰塞湖形成後預測堰塞湖可能造成災害之時間點相關調查

#### <想 法>

堰塞湖形成後預測堰塞湖可能造成災害之時間點相關調查，旨在當堰塞湖上游淹水造成災害，以及堰塞湖潰決導致土石流等所造成災害的堰塞湖所造成災情緊迫時，確認應針對災害實施警戒的時期。

#### <必 須>

堰塞湖形成後預測堰塞湖可能造成災害的時間點相關調查，需針對以下的時期，進行推測。

- 預測堰塞湖上游淹水可能造成災情的時間點
- 預測堰塞湖潰決所形成土石流可能造成災情的時間點

#### <標準>

標準做法是，應從以下方法之中選擇適當的方法，進行堰塞湖形成後預測堰塞湖可能造成災害之時間點相關調查。

- 現地調查（以直升機等進行目視、淹水水位等的觀測，以監視攝影機進行監控）
- 資料調查（氣象資訊等）

堰塞湖預測可能造成災害的時間點相關調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 堰塞湖上游區域降雨預測
- 2) 堰塞湖上游淹水水位・流入流量
- 3) 堰塞湖的流出流量
- 4) 堰塞湖的侵蝕狀況
- 5) 堰塞湖的形狀變化
- 6) 堰塞湖潰決導致發生土石流等狀況

標準做法是，依據 1) ~ 6) 與逕流分析等，推測堰塞湖可能造成災害的時間點。

#### <參考資料>

堰塞湖形成後預測堰塞湖可能造成災害之時間點相關調查，詳細做法可參考下列資料。

- 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，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) 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。

### (2) 堰塞湖潰決形成後預測堰塞湖可能產生災害的區域相關調查

#### <想法>

堰塞湖潰決形成後預測堰塞湖可能產生災害的區域相關調查，旨在當堰塞湖所導致災情緊急時，設定堰塞湖上游區域淹水，以及堰塞湖潰決，形成土石流等預測可能產生災害的區域。

#### <必須>

堰塞湖潰決形成後預測堰塞湖可能產生災害的區域相關調查，需針對以下的區域進行設定。

- 1) 預測堰塞湖上游淹水可能產生災害的區域
- 2) 預測堰塞湖潰決形成土石流等可能產生災害的區域

#### <標準>

堰塞湖潰決形成後預測堰塞湖可能產生災害的區域相關調查。標準做法是，從以下方法之中，選擇適當的方法進行。

- ・ 現地調查（以直升機等進行目視，以空載雷射等進行地形調查）
- 預測堰塞湖可能造成災害的區域相關調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 堰塞湖的形狀
- 2) 堰塞湖的構成材料（粒徑分布等）
- 3) 堰塞湖形成地點周邊地形
- 4) 上下游區域的保全對象狀況

依據1)～4)，而設定堰塞湖預測可能造成災情的區域，標準做法是應用下列分析方法，進行設定。

- ・ 使用地形圖或地形資料，檢討淹水區域
- ・ 河床變動計算的數值模擬

預測堰塞湖可能造成災情的區域，標準做法應設定下列項目。

- ・ 堰塞湖上游的淹水區域
- ・ 堰塞湖潰決所形成的氾濫區域

#### <參考資料>

預測堰塞湖形成後可能產生災情的區域相關調查，詳細做法可參考下列資料。

- 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，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。

### 6.3.3 堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查

#### (1) 堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查

##### <想法>

堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查，旨在設定上游區域淹水・堰塞湖潰決形成土石流之硬體對策方針及規模。

##### <標準>

堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查的標準做法是，從下列方法之中選擇適當方法。

- ・ 資料調查
- ・ 現地調查（以直升機等進行目視、淹水水位等的觀測，以空載雷射測量等進行地形調查）

堰塞湖形成後實施硬體對策相關調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 堰塞湖的形狀
- 2) 堰塞湖的構成材料（粒徑分布等）
- 3) 堰塞湖形成地點周邊地形
- 4) 堰塞湖上游的淹水水位・流入流量
- 5) 堰塞湖的流出流量
- 6) 堰塞湖的侵蝕狀況
- 7) 上下游區域的保全對象狀況

依據 1) ~ 7) 而實施的堰塞湖形成後硬體對策相關調查，標準做法是應用河床變動計算等的數值模擬等，掌握下列項目。

- ・ 堰塞湖堤體抗侵蝕的穩定性
- ・ 堰塞湖潰決所形成土石流等的規模

## (2) 緊急硬體對策相關調查

### <想 法>

緊急硬體對策相關調查旨在有效且迅速地制定堰塞湖形成後的硬體對策。

### <標 準>

緊急硬體對策相關調查旨在設定緊急硬體對策的工種與工法規模。緊急硬體對策相關調查，標準做法應從下列方法之中，選擇適當的方法。

- ・ 現地調查（以直升機等進行目視、淹水水位等的觀測，以空載雷射測量等進行地形調查、以監視攝影機等進行監視等）
- ・ 資訊蒐集（道路狀況、相關設施狀況等）

緊急硬體對策相關調查，標準做法應實施下列項目。

- 1) 堰塞湖地點的雨量、堰塞湖的流入流量・淹水水位
- 2) 堰塞湖的流出流量
- 3) 將資機材搬到堰塞湖及其周邊的方法，以及搬運道路
- 4) 施工機械及資材調集、庫存狀況
- 5) 堰塞湖下游既有的砂防設施狀況與各種項目
- 6) 崩塌區及其周邊坡面的穩定性

掌握 [6.3.2\(2\)](#) 堰塞湖形成後預測可能產生災害的區域相關調查結果，就能依據 1) ~ 6) 掌握現場狀況，設定緊急硬體對策的工種・工法與規模等。

## 6.4 大規模崩塌・堰塞湖潰決產生土石流等的災後調查

### <想 法>

大規模崩塌・堰塞湖潰決產生土石流等的災後調查旨在累積詳細的土砂災害相關數據，實施警戒避難體制檢討等等。

### <例 示>

大規模崩塌形成土石流等的災後調查，有時應包含下列項目。

- 1) 土石流發生區概要
- 2) 土石流流動區概要
- 3) 土石堆積區概要
- 4) 土石流發生區～流動區～堆積區的土砂平衡

此外，堰塞湖潰決形成土石流等的災後調查，有時應包含下列項目。

- 1) 導致形成堰塞湖的坡面崩塌・地滑概要
- 2) 堰塞湖概要
- 3) 造成堰塞湖潰決的降雨狀況概要
- 4) 土石流流動區概要
- 5) 土石流堆積區概要
- 6) 土石流發生區～流動區～堆積區的土砂平衡

### <參考資料>

大規模崩塌・堰塞湖潰決產生土石流等災後調查，詳細做法可參考下列資料。

- 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.

## 第7節 土砂災害的軟體對策調查

### 7.1 土砂災害的軟體對策調查

#### <想 法>

土砂災害軟體對策調查旨在若要取得可用來檢討如何防止・減輕預估可能會發生土砂災害流域相關對策（整備警戒避難體制、管制土地利用等）之資料。

#### <相關通知等>

- 1) 土砂災害警戒區域等土砂災害防止對策推動之相關法，2000年5月8日，法第57號，最終修訂：2013年6月21日法第54號.
- 2) 土砂災害防止對策基本指南，2011年4月28日，國土交通省告示第439號，國土交通省.

#### <建 議>

整備警戒避難體制相關的主要調查項目如下。

- 1) 過去主要土砂災害發生狀況（發生日時、地形、地質、降雨、前兆現象、災情等）

- 2) 土砂災害警戒區域、土砂災害特別警戒區域の指定狀況
- 3) 都道府縣・市町村の地域防災計畫
- 4) 區域特性（人口、年齡構成等）
- 5) 緊急運輸路線・避難路線の把握，及其與土砂災害危險地點的關係
- 6) 大範圍避難地點、一次避難地、大範圍防災據點、區域防災據點之掌握，及其與土砂災害危險地點的關係
- 7) 防災行政無線電、衛星手機、無線通訊設施等的整備狀況
- 8) 災民照護相關設施（設施名稱、所在地、使用者人數、聯絡方法等）的掌握，及其與土砂災害危險地點的關係
- 9) 可用來設定土砂災害警戒資訊發布基準的參考資料、發布基準、資訊傳達體制、發布實際紀錄等
- 10) 避難準備資訊、避難勸告、避難指示等具體基準的設定狀況、發令實際紀錄、資訊傳達體制、居民避難實際紀錄等
- 11) 土砂災害防災訓練實施狀況、防災意識宣導活動狀況
- 12) 降雨等土石流災害誘因現象的觀測狀況（遙測雨量計、雷達雨量計、監視攝影機、水位計、鋼索感測器、振動感測器、光纖電纜等的整備狀況）
- 13) 土砂災害防災地圖與土砂災害危險地點地圖的整備狀況、公布・配發狀況等
- 14) 自主防災組織、消防團等的設置・活動狀況
- 15) 砂防志工團體的設立・活動狀況
- 16) 居民、自主防災組織、消防團等傳遞土砂災害前兆現象等資訊的體制

土地利用管制・土地利用誘導相關的主要調查項目如下。

- 1) 都道府縣・市町村的長期計畫、土地利用計畫等
- 2) 土砂災害警戒區域、土砂災害特別警戒區域的指定狀況
- 3) 依據土砂災害防止法、申請・許可特定開發行為等的實際紀錄
- 4) 依據土砂災害防止法而勸告居民搬遷等的實際紀錄
- 5) 市街化區域・市街化調整區域與土砂災害危險地點的關係
- 6) 其他依據各種法令等的土地利用管制狀況

#### <參考資料>

警戒避難體制的整備，可參考下列資料。

- 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，国土交通省河川局砂防部，気象庁予報部。
- 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のための指針と解説（案），平成 17 年 7 月，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。
- 5) 土砂災害警戒避難ガイドライン，平成 19 年 4 月，国土交通省砂防部。

## 第8節 環境調查

### 8.1 環境調查的目的

#### <想 法>

環境調查旨在針對土砂災害對策設施與長期使用之臨時構造物的計畫・設計方面，取得適度保全生物棲息・生長環境保全、保全地區自然・文化所必要之基礎資料。

### 8.2 環境調查的調查內容

#### <標 準>

環境調查由社會環境調查・自然環境調查構成。標準做法是，每種調查都實施現有資料蒐集・現地調查・調查結果整理分析等。

#### 8.2.1 社會環境調查

##### <標 準>

社會環境調查的標準做法是，實施依據社會環境相關法令的區域指定狀況調查，包含地區防災計畫的土地利用計畫調查、開發狀況調查、自然觀光資源調查、景觀資源調查，以掌握對象流域的社會環境現況（地區特性）。

##### <案 例>

社會環境調查主要調查內容，有下列1)～6)等方法。

#### 1) 法令等指定狀況調查

應從下列資料之中，蒐集該當之內容，進行整理。

- a) 土砂災害防止對策推動相關之法（土砂災害警戒區域、土砂災害特別警戒區域的指定狀況）
- b) 砂防法（砂防指定地的指定狀況）
- c) 地滑等防止法（地滑防止區域的指定狀況）
- d) 陡坡崩塌導致災害之防止相關法（陡坡崩塌危險區域的指定狀況）
- e) 都市計畫法（地域地區等的決定狀況等）
- f) 文化財保護法（天然紀念物、史蹟・名勝的指定狀況）
- g) 古都歷史性風土保存相關特別措施法（歷史性風土保存區域等指定狀況）
- h) 森林法（保安林、保安設施地區的指定狀況）
- i) 自然環境保全法（原生自然環境保全區域、自然環境保全區域、都道府縣自然環境保全區域的指定狀況）
- j) 自然公園法（國立公園、都道府縣立自然公園的指定狀況）
- k) 都市綠地法（綠地保全區域等的指定狀況）
- l) 鳥獸保護及狩獵合法化相關之法（鳥獸保護區的指定狀況）
- m) 瀕臨絕種野生動植物種保存相關之法（棲息地等保護區的指定狀況）
- n) 防止特定外來生物危害生態系相關之法（特定外來生物防除區域等的指定狀況及須注意外來生物之中的綠化植物）
- o) 依據保護林制度指定森林生態系保護區域、植物群落保護林等的狀況
- p) 景觀法（景觀地區的指定狀況）
- q) 其他法令與相關地方公共團體的環境與自然相關條例等

#### 2) 土地利用計畫調查

蒐集土地利用狀況、土地利用計畫等的資料。

### 3) 開發狀況調查

蒐集行政區劃的現狀、未來開發計畫等的資料。

### 4) 自然觀光資源調查

依據促進生態旅遊法，從當地市町村蒐集促進生態旅遊法的「整體構想」。

### 5) 景觀資源調查

掌握地區有個性的景觀、地方所重視的景觀。

### 6) 其他

掌握當地的風俗習慣等傳統生活文化。

## 8.2.2 自然環境調查

### <標準>

自然環境調查的標準做法是，依據自然環境相關法令的區域指定狀況調查、植物調查、動物調查，掌握對象流域的自然環境現況（地區特性）。

### <案例>

自然環境調查主要調查內容有下列1)～4)等方法。

#### 1) 依據法令等的區域指定狀況調查

自然環境相關法令等指定狀況調查，應實施本章 第8節 8.2.1 社會環境調查 案例1)法令等指定狀況調查之中必要的項目。

#### 2) 溪流環境調查

溪流環境調查旨在有會明顯改變溪流環境的工程種類時，蒐集、整理下列資料之中制定溪流環境整備計畫所需項目者。此外，必要時應實施現地調查。

- a) 維持溪流生態系相關的中小型洪水時，以及平常時的降雨・流量等
- b) 能確認特定時期的水路周邊以及溪流周邊植物大範圍流失的相關航空照片
- c) 溪畔林的生長基礎條件（降雨量、流量、流速、過去的攪動等）與溪畔林的分布狀況、群落特性
- d) 在可能範圍內從溪畔林的群落特性、樹種、樹齡等，推測該溪流空間過去的洪水與土砂移動發生時期，及其範圍
- e) 在可能範圍內，實施過去溪畔林的流出與侵入狀況空拍照片判釋。並實施同時期的降雨與流量等的判釋

#### 3) 植物調查

掌握植物相與植被蓋度・群度、稀少種，配合調查目的蒐集既有植生圖、土地分類圖（國土交通省、都道府縣）、植生圖・主要動植物地圖（文化廳）、自然環境保全基礎調查（環境省）、紅皮書（環境省、都道府縣）等日本自然環境保全重要物種相關資料等，必要時實施植生調查。

另外，山腹保全工除了上述調查之外，目標林設定方面，應實施預測將來遷移系列所需之現況植生調查等。另外，應比較現況植生與過去所實施植栽樹種・植栽的場所，掌握特別是有無偏向遷移傾向。進一步的，應調查土地的利用・管理狀況，以及該土地之頂極群落等，從中長期觀點檢討適合存在於該土地的樹林結構。偏向遷移，有時會出現在引進刺槐與紫穗槐灌木林等初期綠化時呈

現侵略特性外來種的砂防現場。因此，特別應慎重地掌握《外來生物法》之中須注意的外來生物（綠化植物）。

#### 4) 動物調查

動物調查旨在掌握動物相與分布、棲息環境等，配合調查目的，蒐集植生圖・動物調查報告書（文化廳）、自然環境保全基礎調查（環境省）、紅皮書（環境省、都道府縣）等必要的資料。必要時應進行棲息環境調查等。

#### < 相關通知等 >

- 1) 溪流環境整備計畫的制定，1994年9月13日，建設省河砂部發第10號，建設省河川局砂防部長通告。
- 2) 溪流環境整備計畫的制定與推動，1994年9月13日，建設省河砂發第48號，建設省河川局砂防部砂防課長通告。

#### < 參考資料 >

實施山腹保護工調查與檢討砂防計畫景觀對策，可參考下列資料。

- 1) 国土交通省河川局砂防部保全課，国土技術政策綜合研究所砂防研究室：[これからの山腹保全工の整備に向けて－里地里山の山腹斜面に植生を回復させ、その機能を維持・増進していくためのポイント集－](#)，国土技術政策綜合研究所資料，第 544 号，2009.
- 2) 国土交通省河川局砂防部保全課，国土技術政策綜合研究所：これからの山腹保全工に向けて－工種と実例－，国土技術政策綜合研究所資料，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。

### 8.3 持續性的環境調查

#### < 標準 >

若要掌握土砂災害對策設施等施工中、施工後的環境變化與設施影響、環境保護措施成效，標準做法是，必要時應持續該當實施本節 8.2 之調查內容。

## 第9節 流域・水系的漂流木調查

### 9.1 生產漂流木量調查

#### 9.1.1 生產漂流木量

#### < 想法 >

生產漂流木量為山腹流入溪流的漂流木量。

#### < 標準 >

漂流木生產量調查的標準做法是，實施流域現況調查、發生原因調查、發生場所・量・漂流木長度・直徑等的調查。

流域現況調查，指調查需算出流出漂流木量地點的上游區域樹林、植生與倒下樹木（含伐木、用材等）。

直接調查預估漂流木會發生地點所存在樹木、漂流木等之量、長度、直徑等的方法（現況調查法）之中，標準做法是實施抽樣調查法。此時的標準做法是，應用地形圖與空拍照片，判釋評估可能出現崩塌或土石流的區間、流動區間內的樹木密度（概算）、樹高、樹種等，然後依據判釋結果，將崩塌土石流的發生、流動範圍，區分成幾個相同植被與林相的區域，再針對每個區域實施現地踏勘的抽樣調查（10×10m），調查各區域的樹木棵數、樹種、樹高、胸高直徑等。

### 9.1.2 漂流木的最大長度、最大直徑計算方法

#### <標準>

漂流木的最大長度與最大直徑，標準做法應依據生產漂流木量計算之調查結果，進行推測。此外，推測漂流木最大長度，標準做法應考量土石流的平均流動寬度。

### 9.1.3 漂流木的平均長度、平均直徑計算方法

#### <標準>

掌握漂流木的平均長度與平均直徑，標準做法是依據生產漂流木量計算之調查結果，進行推測。此外，推測漂流木的平均長度，標準做法應考量土石流的最小流動寬度。

## 9.2 漂流木流出量調查

#### <標準>

漂流木流出量調查的標準做法是，所推測之漂流木生產量，乘以流出率。

#### <參考資料>

土石流區間的漂流木對策相關，詳細做法可參考下列資料。

- 1) [砂防基本計畫策定指針（土石流・流木對策編）解說](#)，平成 19 年 3 月，国土技術政策綜合研究所資料第 364 号，国土技術政策綜合研究所砂防研究室。

## 9.3 漂流木時態掌握相關調查

#### <想法>

漂流木實態掌握相關調查旨在進行漂流木對策立案、實施對策設施設計，以累積詳細的漂流木導致災害相關數據。

#### <標準>

漂流木時態掌握相關調查，標準做法是在大規模漂流木生產、流出出現後立刻實施，以便掌握漂流木生產量、漂流木最大長度與最大直徑、漂流木的平均長度及平均直徑、漂流木流出量、家屋等的物資受損狀況。

#### 1) 漂流木生產量調查

漂流木生產量的調查，應依據既有漂流木生產量調查結果之整理・分析，以及依現地調查與空拍照片所完成的漂流木生產區域判釋實施。

#### 2) 漂流木流出量相關調查

漂流木流出量相關調查應依據用現地調查與空拍照片所完成的漂流木堆積區域判釋實施。此外，應整理以漂流木生產量調查結果（9.1）方法所推測的漂流木生產量，與往山谷出口漂流木流出量（假設沒有土石流・漂流木對策設施（防砂壩等）的狀態）之關係。

### 3) 漂流木量長度與直徑相關調查

漂流木長度與直徑相關調查應依據現地調查，掌握漂流木的最大長度、最大直徑、平均長度、平均直徑。

### 4) 漂流木時態掌握相關調查綜合整理

漂流木調查結果應綜合整理漂流木的生產、流動、堆積等，成為漂流木平衡圖等。

## < 案 例 >

土砂災害或漂流木災害發生後調查漂流木流出量的方法，有如下案例。

#### 1) 漂流木往山谷出口的流出量推測

到達山谷出口為止所堆積的漂流木量，實施現地測定。在此所謂山谷出口，大概指溪床波降約3度以下地點。該地點河道所堆積的漂流木，堆積位置應記載在平面圖上。基本上應測定全部支數・長度・代表直徑，計算總堆積量。

漂流木層疊堆積難以確認支數時，測定其目視總容積（V），並算出漂流木純容積率，但純容積率應在各現場進行適當的判斷。不過，一般假設漂流木純容積率為30%，因此可以用下列公式算出漂流木實材積量 $V_{wn}$ 。

$$V_{wn} = V \times 0.3$$

因橋梁・涵洞・砂防構造物等阻擋而堆積時，計算漂流木量方法和河道情況相同。漂流木阻塞河水流動斷面而堆積時，測定最大漂流木長與構造物寬度。算出來的這兩項漂流木量，合計為「流動途中堆積漂流木量」。

#### 2) 防砂壩漂流木捕捉量的推定

區分成透過型・部分透過型・非透過型三種，分別量測所捕捉漂流木支數、平均漂流木長、平均漂流木直徑，計算漂流木幹材積。

此外，若屬透過型與部分透過型，整理梳子壩梳子水平方向間隔。若屬非透過型，以及設有副壩等捕捉漂流木設施時，主壩所捕捉漂流木量與副壩等所捕捉漂流木量分開整理。防砂壩導致土砂・漂流木堆積狀況，攝影與錄影了解其捕捉位置。整理防砂壩的計畫貯砂量、計畫捕捉量、溢洪道寬度、防砂壩興建之前的河床坡降、調查時間點的淤砂坡降。

又，土砂掩埋的漂流木捕捉量看不見部分難以計測，應配合清淤工程，量測淤積土砂量、漂流木量。

另外，家屋等物資受損調查，應量測可能造成家屋破壞之漂流木長度、平均直徑、支數。若家屋仍在，現地調查進行量測。若調查時已拆除，利用照片等量測。

## < 參考資料 >

漂流木實態掌握相關調查的詳細做法，可參考下列資料。

- 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) 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.

漂流木長度・直徑相關調查案例，可參考下列資料。

- 3) 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.

依據漂流木平衡進行調查的案例，可參考下列資料。

- 4) 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.

## 第10節 砂防經濟調查

### <想 法>

砂防經濟調查旨在實施砂防相關計畫等有關的益本比分析。

### <相關通知等>

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

### <參考資料>

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

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2017

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。