

4. 大規模土砂災害被害想定実施箇所の絞り込み

4.1 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、ある程度記述できることが示されてきたことから、5章では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。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ある。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、本章では、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>

<手段>

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。

- ・ 蓋然性の観点からの想定する現象・発生場所の絞り込み
- ・ 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

4.2 蓋然性の観点からの想定する現象の絞り込み

4.2.1 深層崩壊の発生場所の絞り込み

<標準>

<手段>

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（3章参照）
- ・ 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、汎用性の検証など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。

<アウトプット>

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抽出は、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・ 蓋然性の高い深層崩壊発生のおそれのある範囲

【解説】

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、3章で整理した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。

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¹⁾。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。

【参考文献】

- 1) 横山修・内田太郎・田村圭司・鈴木隆司・井上亨郁：宮崎県鰐塚山地における深層崩壊と微地形・地質的特徴の関係. 砂防学会誌, Vol.63, No.5, p.3-13, 2011

<例示> 詳細な現地調査に基づく深層崩壊発生のおそれのある範囲の設定

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・レーザー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

【参考文献】

- 1) 横山修・内田太郎・中野陽子・石塚忠範・笠井美青・鈴木隆司：レーザー測量データを用いた岩盤クリーブ斜面の表面形状把握, 砂防学会誌, Vol.64, No.6, p.13-24, 2012
- 2) 鈴木隆司・内田太郎・田村圭司：深層崩壊発生斜面の特定に向けた地盤構造調査法, 土木技術資料, Vol.51, No.7, p.8-13, 2009
- 3) 地頭菌隆：渓流水の電気伝導度を用いた深層崩壊発生場の予測, 砂防学会誌, Vol.66, No.6, p.56-59, 2014
- 4) 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

4.2.2 深層崩壊規模の絞り込み

<標準>

<手段>

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

<アウトプット>

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は、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・ 蓋然性の高い深層崩壊の崩壊土砂量

【解説】

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、3章で整理した標準的な規模と想定される最大規模を用いることを基本とする。ただし、過去概ね100年以内に発生した最大規模が、3章で整理した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ことを基本とする（図-4.1下図）。

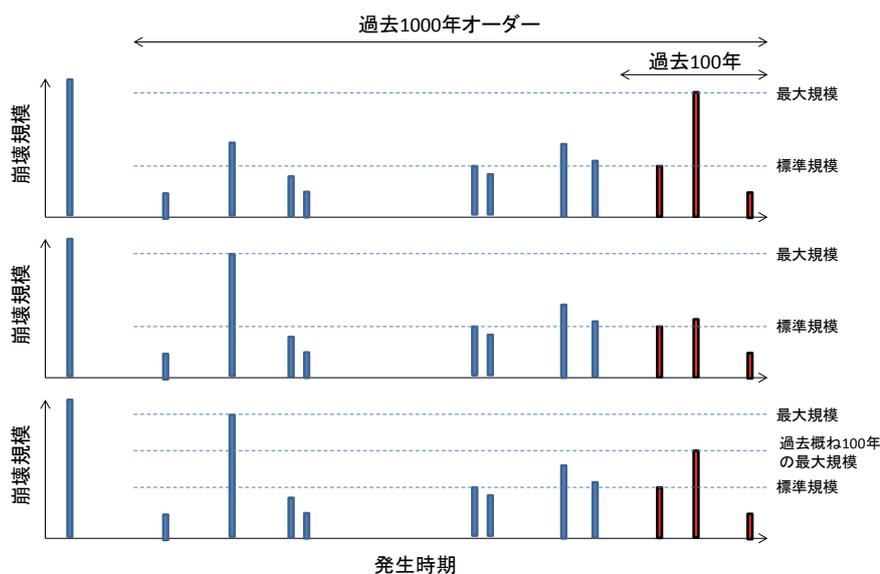


図-4.1 過去概ね100年以内に発生した最大規模がと3章で整理した標準的な規模と想定される最大規模の関係に関するイメージ【再掲】

4.3 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

<標準>

<手段>

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

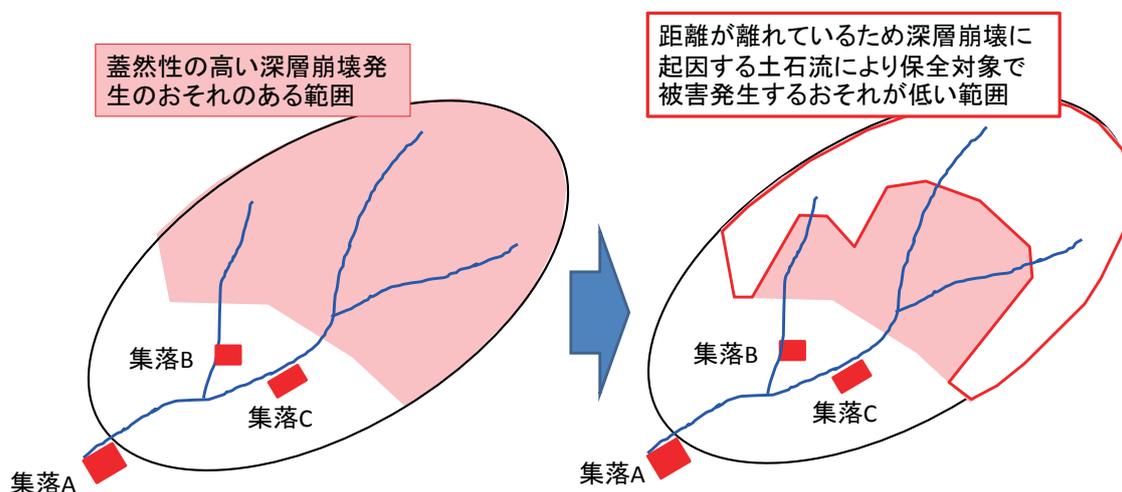
<アウトプット>

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、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・ 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

【解説】

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など深層崩壊による被害が発生するおそれの低い箇所・区間が存在する。このため，被害が発生するおそれの低い箇所・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（図－4.2）。



図－4.2 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，深層崩壊による被害が発生するおそれの低い箇所・区間を抽出するイメージ（土石流の場合）

<例示> 深層崩壊による被害のおそれの評価する手法

国内で発生した過去の深層崩壊事例を対象として、深層崩壊規模（面積）、深層崩壊に起因する土石の流下形態（天然ダムタイプ・土石流タイプ・直撃タイプ）、深層崩壊地から集落までの距離と深層崩壊に起因する土砂移動現象で被害が生じた割合が整理されてきた¹⁾（図-4.3）。これを用いることにより、当該箇所において、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、深層崩壊による被害が発生するおそれの低い箇所・区間が抽出できる。

さらに、図-4.3の関係を用いて、集落単位で簡便に深層崩壊による被害のおそれの評価する手法が提案されてきた²⁾。この手法を用いることにより、集落単位で深層崩壊による被害の発生リスクを比較的簡単に算出することができるため、大規模土砂災害被害想定を実施すべき箇所・区間の抽出、優先順位の設定に重要な参考となる情報が得られる。

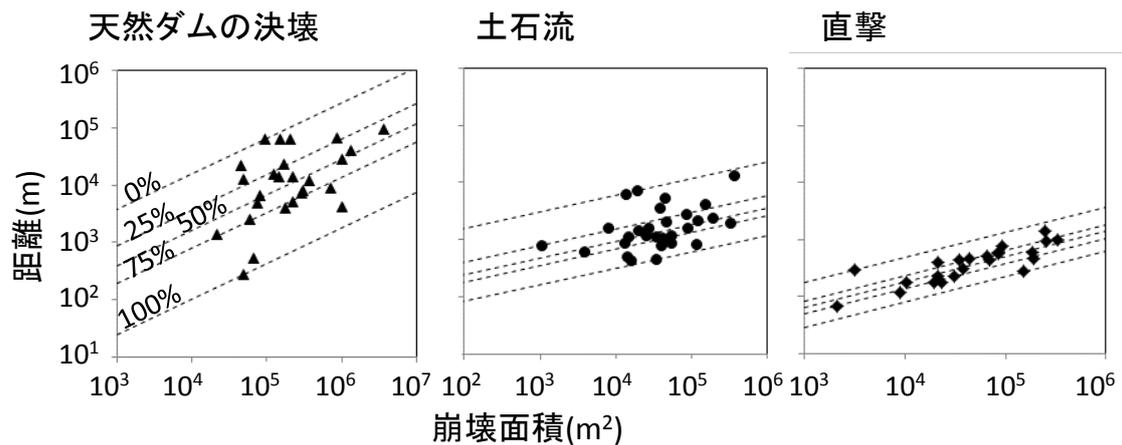


図-4.3 深層崩壊規模（面積）と深層崩壊地から集落までの距離による被害が生じた割合の関係（深層崩壊に起因する土砂の流下形態別）¹⁾

【参考文献】

- 1) 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, p.31-41, 2016
- 2) 内田太郎・西口幸希・田中健貴・蒲原潤一・桜井亘：集落単位で簡便に深層崩壊による被害のおそれの評価する手法の提案. 砂防学会誌, Vol.69, No.6, p.31-41, 2017

4.4 地形条件の観点からの想定する現象の絞り込み

4.4.1 深層崩壊規模の絞り込み

<標準>

<手段>

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

<アウトプット>

地形条件の観点から想定する崩壊規模・天然ダムの高さの絞り込みは、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・大規模土砂災害被害想定において想定すべき箇所・区間ごとの最大の崩壊規模

【解説】

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。

4.4.2 天然ダムタイプの絞り込み

(1) 想定する天然ダム形成箇所の絞り込み

<標準>

<手段>

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

<アウトプット>

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、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・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
- ・大規模土砂災害被害想定において想定すべき箇所・区間ごとの最大の天然ダムの高さ

【解説】

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。

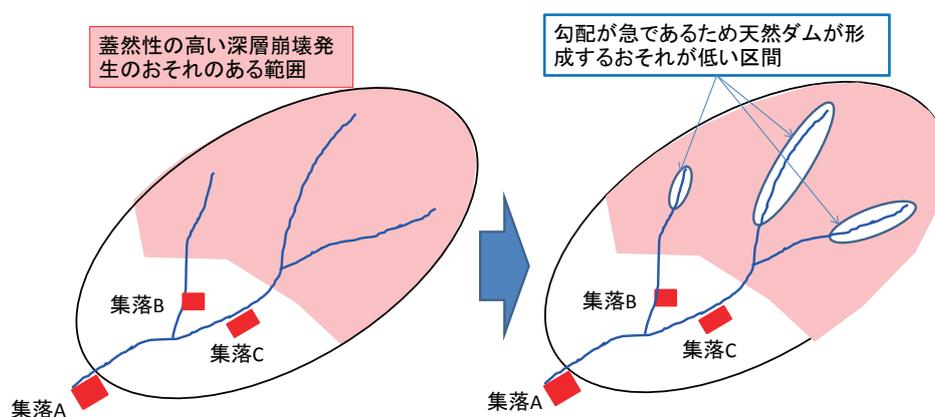


図-4.4 蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、天然ダムの形成するおそれが低い箇所・区間を抽出するイメージ

＜例示＞過去の天然ダム形成箇所の勾配

過去の実績に基づくと、天然ダムを構成する土砂の供給源によらず、河床勾配が1/6 (10°) より急な区間で形成された天然ダムは5%以下であった。ただし、この整理は全国的なデータを対象に行ったものであり、対象地域に実績の情報がある場合、これを活用することが望ましい。

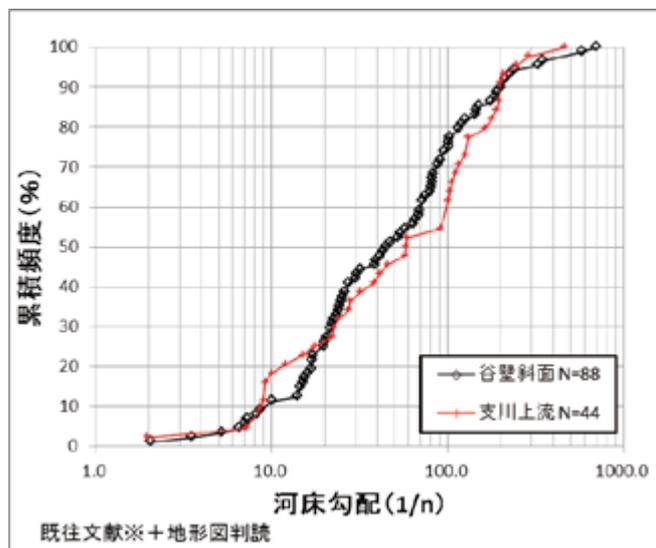


図-4.5 天然ダム形成箇所の河床勾配¹⁾

また、2011年の紀伊半島大水害を対象に、深層崩壊土砂の流入地点の流域面積と合流角度と流下形態の関係が整理された¹⁾。この結果においては、概ね流入地点の河床勾配が10度以下の場合、天然ダムの形成する可能性があったことがわかる。

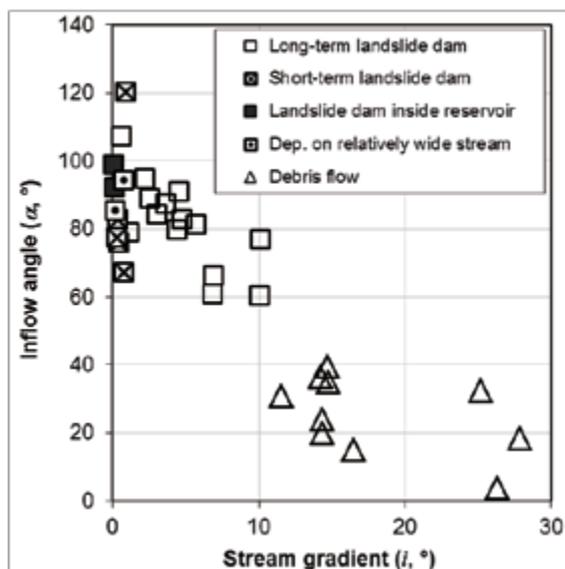


図-4.6 深層崩壊土砂の流入地点の河床勾配と合流角度と流下形態の関係²⁾

なお、天然ダムは形成する土砂の供給源により分類できる（図-4.7, 4.8）。図-4.5はこの分類に従い、天然ダムを分類した。過去の深層崩壊においては、谷壁（河岸）斜面からの土砂移動によるものが最も多く、次いで支川からの土砂流入によるものが多い²⁾。さらに、支川上流の谷壁斜面で崩壊した土塊が本川に流入して天然ダムを形成した事例もいくつか認められる。

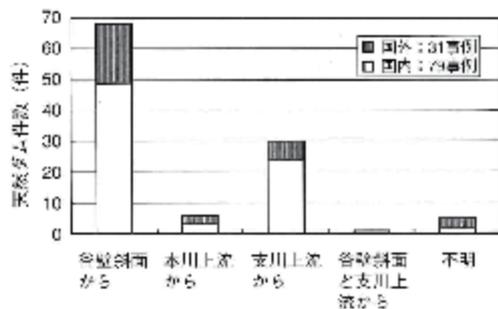


図-4.7 天然ダム形成のタイプ³⁾

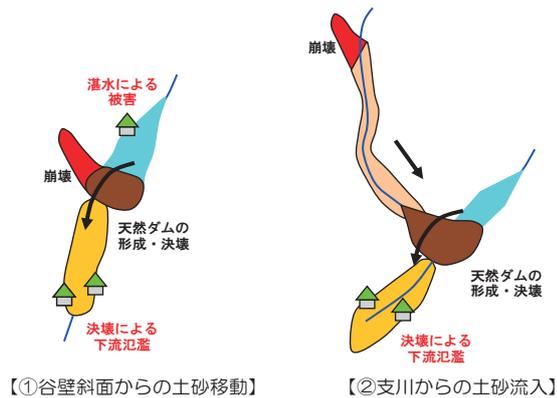


図-4.8 形成実績の多い天然ダムのタイプ

【参考文献】

- 1) 鈴木清敬・内田太郎・桜井亘：深層崩壊に起因する天然ダムタイプの被害想定手法に関する一考察，平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集，p.748-749，2017
- 2) Kharismalatri1, 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
- 3) 田畑茂清・水山高久・井上公夫：天然ダムと災害，古今書院，2002

(2)天然ダムの継続時間に基づく天然ダム形成箇所・高さの絞り込み

<標準>

<手段>

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

<アウトプット>

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、以下の項目について設定することを標準とする。

- ・大規模土砂災害被害想定において天然ダム形成を想定すべき箇所・区間および天然ダムの規模

【解説】

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(1.2.1項参照)。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。

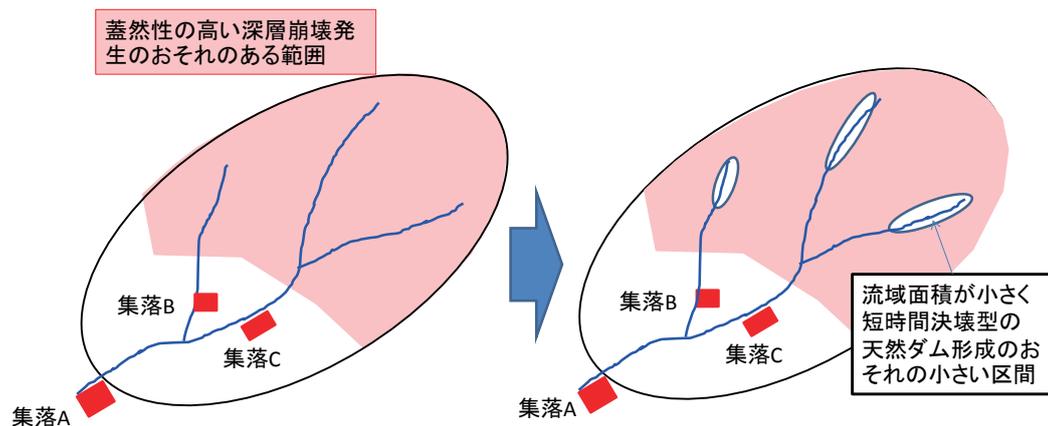


図-4.9 蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、短時間決壊型の天然ダムの形成するおそれの低い区間を抽出するイメージ

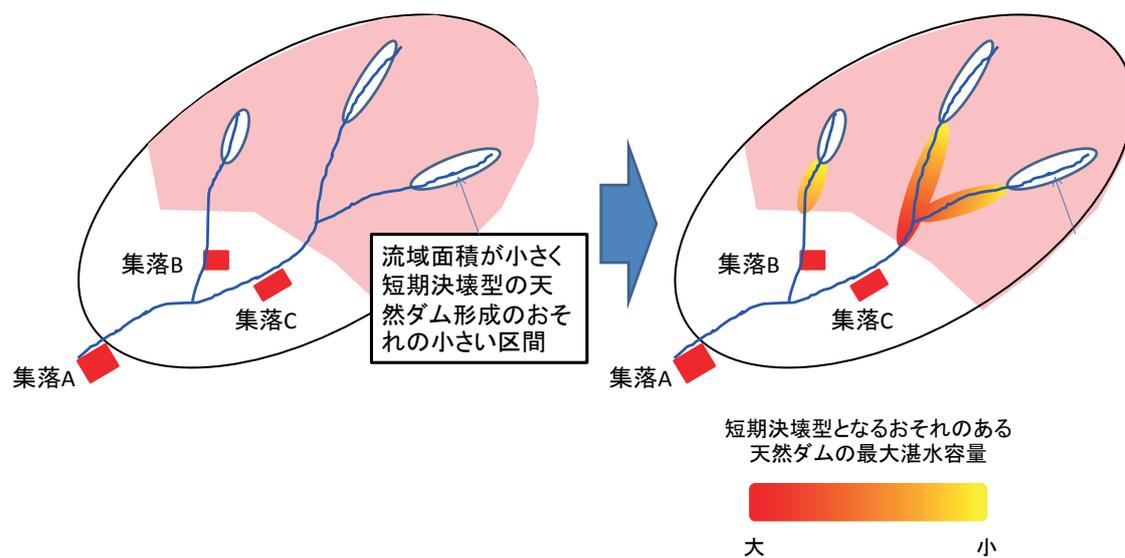


図-4.10 短時間決壊型の天然ダムが形成するおそれのある区間における短時間決壊型となる最大の天然ダムの湛水容量を設定するイメージ

＜例示＞過去の天然ダムの継続時間と流域面積，湛水容量の関係

過去の実績に基づく，天然ダムの決壊までの継続時間は図-4.11に示すように流域面積，湛水容量で整理できることが示されてきた¹⁾。この図より，流域面積が小さい範囲で形成される天然ダムや極めて湛水容量の大きい天然ダムは「長期間継続型の天然ダム」となる可能性が高いことから，大規模土砂災害被害想定における蓋然性の高い現象から除外できる。

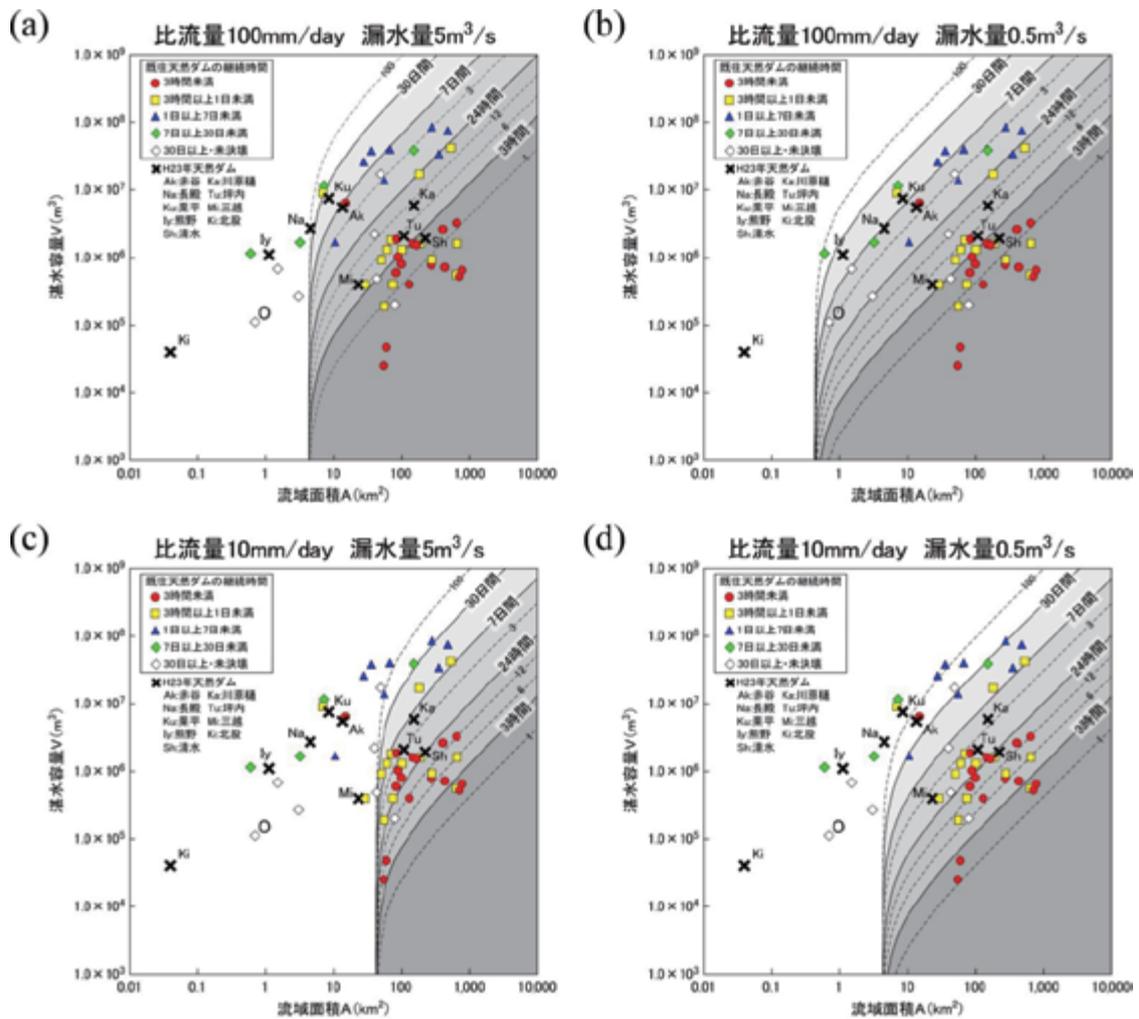


図-4.11 豪雨による天然ダムの継続時間と流域面積と湛水量の関係¹⁾

図のプロットは実績を示し，グレイスケールの領域区分は理論式による評価結果を示す。

また，2011年の紀伊半島大水害を対象に，図-4.12に示すように，深層崩壊面積と流入地点の流域面積と天然ダムの継続時間の関係が整理された²⁾。

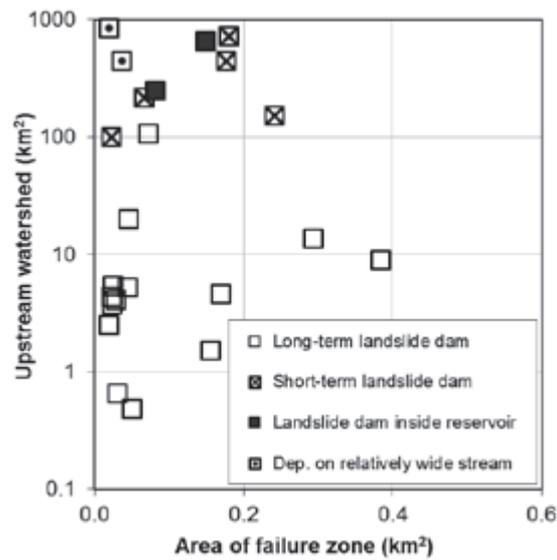


図-4.12 豪雨による天然ダムの継続時間と流域面積と湛水量の関係²⁾

【参考文献】

- 1) 横山修・内田太郎・木下篤彦：決壊までの継続時間からみた天然ダムの分類，砂防学会誌，Vol.68，No.6，p.14-23，2016
- 2) Kharismalatri1, 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

4.4.3 土石流の発生区間・規模の絞り込み

<標準>

<手段>

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

<アウトプット>

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、以下の項目について設定することを標準とする。

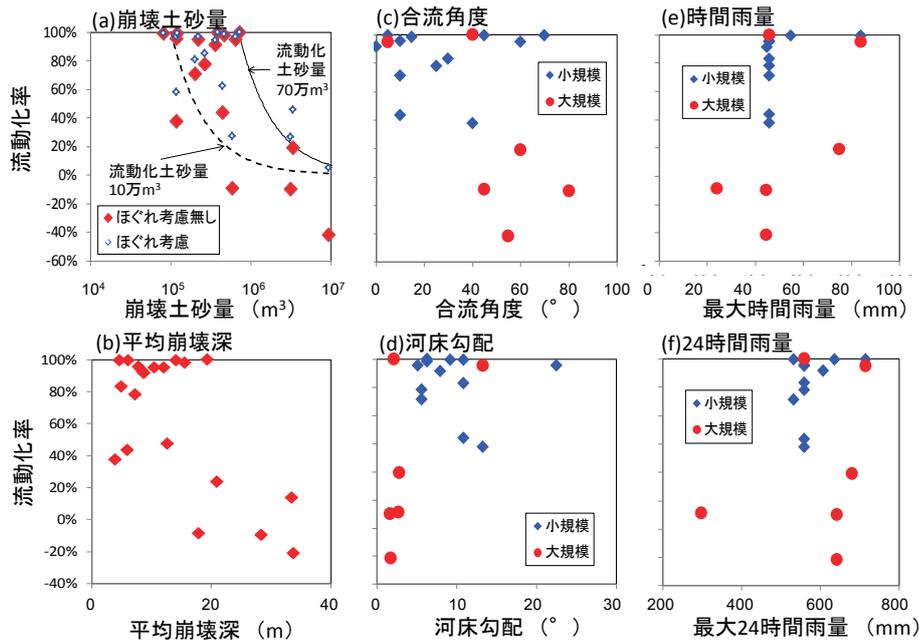
- ・大規模土砂災害被害想定において深層崩壊土砂の土石流化を想定すべき区間および土石流の規模

【解説】

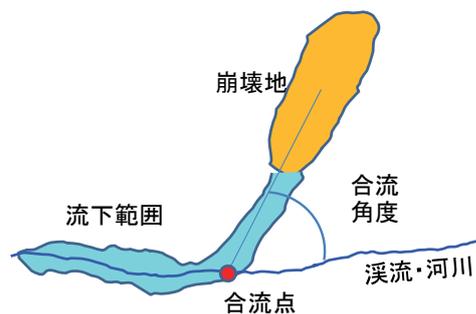
斜面で発生した深層崩壊に起因する土砂が土石流化するか否かについては流入角度、河床勾配など地形条件等に依存する。そのため、蓋然性が高いと考えられる規模の深層崩壊が発生した場合であっても、地形条件から見て土石流化のおそれが低い区間や土石流化する可能性の低い土砂量が抽出できる。このような区間・規模については、大規模土砂災害被害想定において深層崩壊に起因する土砂の土石流化を想定する区間・規模から除外する。

＜例示＞過去の深層崩壊に起因する土砂の流動化の実態

過去の実績に基づくと、深層崩壊で生じた土砂の流動化の有無，流動化する土砂の割合（流動化率）・量は，崩壊土砂量，合流角度（図－4.14参照），河床勾配に依存する（図－4.13）。例えば，限られた事例ではあるが，流動化率は崩壊土砂量が大きくなるに従い小さくなり，流動化土砂量は崩壊土砂量によらず，最大70万 m^3 であることがわかる（図－4.13a）。



図－4.13 (a)崩壊土砂量，(b)平均崩壊深，(c)合流角度，(d)河床勾配，(e)最大時間雨量，(f)最大24時間雨量と崩壊土砂の流動化率の関係¹⁾。図中の大規模は崩壊土砂量が50万 m^3 以上の崩壊，小規模は崩壊土砂量が50万 m^3 以下の崩壊，(a)の中には崩壊後，見かけの土砂量が1.5倍になるケースを「ほぐれ考慮」として示した。



図－4.14 合流角度のイメージ

【参考文献】

- 1) 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，p.6-9，2013