

最上川水系銅山川流域における深層崩壊に伴う土砂災害対策検討

国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所 安部 剛、菅原誠人、渡部光秀  
日本工営(株) ○市川岳志、村松広久、金子和亮、田村俊彦、杉山 実、堀江陽介

1. はじめに

銅山川は、月山の南東斜面を流下し最上川に注ぐ流域面積 186.0km<sup>2</sup>、流路延長約 37km の左支川であり、流域には肘折カルデラと赤砂山カルデラが存在する。肘折カルデラから流下した火砕流は、銅山川本川沿いに広大なシラス台地を形成し、肘折カルデラより下流の台地で河川沿いには、豊牧地すべり、銅山川地すべり等の大規模な地すべり地形が分布する。肘折カルデラ上流には、銅山川による下刻が進行した急峻な山地が分布する。これらの地すべり地形末端部あるいは急峻な斜面では、深層崩壊発生及び天然ダム形成の記録もあり<sup>1)</sup>、今後も同様の深層崩壊発生が懸念される。

本流域では、「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）」<sup>2)</sup>に基づき、溪流の危険度評価が実施されている。本稿では、銅山川流域における危険度の高い溪流を対象として、深層崩壊発生の恐れのある斜面を抽出し、深層崩壊発生時に想定される土砂災害及び既設砂防堰堤の効果を検討したので報告する。

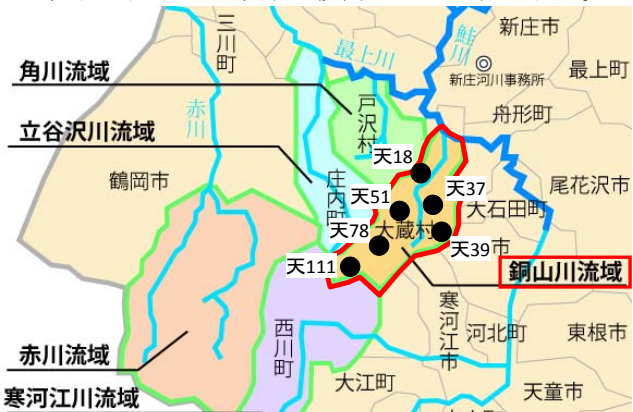


図1 銅山川流域および天然ダム（表2参照）位置図  
（新庄河川事務所 HP に加筆）

2. 深層崩壊発生の恐れのある斜面の抽出

(1) 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出

「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）」に則り、銅山川流域を 1km<sup>2</sup> 毎に細分して单元流域毎の深層崩壊発生の危険度を評価した。

(2) 深層崩壊発生の恐れのある斜面抽出条件の検討

深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出で用いた微地形指標及び深層崩壊跡地における地形的特徴を抽出整理した結果、深層崩壊発生の恐れのある斜面は、表 1 の条件に着目して抽出した。

(3) 微地形判読

(1) で抽出した危険度の高い溪流を対象として、L P 図と空中写真を用いて微地形判読を行った。

表 1 深層崩壊発生の恐れのある斜面抽出条件

| 項 目   | 銅山川流域における斜面抽出条件                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| 微地形要素 | ①地すべり・岩盤クリープの存在する斜面<br>②遷急線背後の微地形（陥没、段差等）を頭部とする斜面 |
| 斜面傾斜  | 斜面末端から頭部の見通し角が 20° 以上                             |
| 斜面高さ  | 遷急線までの比高が 50m 以上の斜面                               |
| 斜面規模  | 崩壊跡地の面積規模を参考とする（最大 5 万 m <sup>2</sup> 程度）。        |

また、現地踏査により、微地形判読結果と現地の整合が取れていることを確認した。

(4) 深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出

(3) の微地形判読図を用いて (2) の条件が該当する箇所を深層崩壊の発生の恐れのある斜面として抽出した。本検討では 40 箇所の斜面が抽出された。

3. 天然ダム形成・決壊による被害想定

前章で抽出した斜面について、崩壊発生後の天然ダム形成形状を想定し、数値解析モデルを用いて天然ダム決壊による被害想定を行った。

(1) 天然ダム形成形状の想定

天然ダムの横断面形状は、崩壊前の不安定土塊の断面面積と崩壊後の堆積土砂の断面面積が等しいと仮定し、天端は水平に堆積すると仮定して図上作業で想定した。

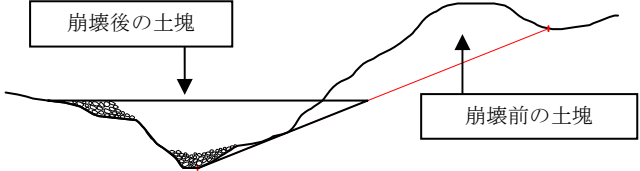


図2 崩壊前と崩壊後の横断面形状

天然ダムの縦断面形状は、斜面平面図に主測線と副測線を設定して 3 測線で上記横断面を作成し、各断面における天然ダム天端点を直線で結び、河床まで同一勾配で延伸することで形成を設定した。設定された天然ダム下流法面勾配は殆どが 20° 以下であり、銅山川流域の深層崩壊跡地における移動土塊末端の平均傾斜角の実績分布と概ね一致している。

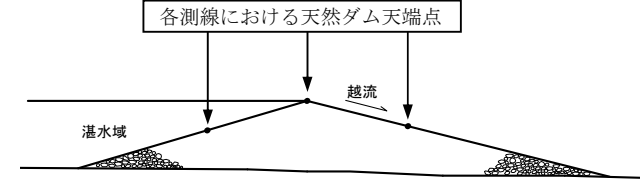


図3 天然ダムの縦断形状

(2) 天然ダム決壊による氾濫計算

天然ダム決壊現象及び土砂洪水流下区間には一次元河床変動計算を適用し、氾濫区域には二次元土砂氾濫

表 2 天然ダム諸元と決壊流量

| No.                               | 1            | 2          | 3            | 4            | 5            | 6            |
|-----------------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 天然ダム形成地点                          | 天18          | 天37        | 天39          | 天51          | 天78          | 天111         |
| 土堆高V(m <sup>3</sup> )             | 301,000      | 387,200    | 167,400      | 174,167      | 420,000      | 701,100      |
| ダム高H(m)                           | 40           | 33         | 34           | 34           | 36           | 58           |
| ダムファクター<br>HV (x10 <sup>5</sup> ) | 12           | 13         | 6            | 6            | 15           | 41           |
| 湛水量W(m <sup>3</sup> )             | 840,000      | 800,000    | 1,010,000    | 2,250,000    | 1,640,000    | 2,600,000    |
| ダム長L(m)                           | 500          | 350        | 300          | 600          | 400          | 700          |
| ダム下流法面勾配(度)                       | 12           | 16         | 26           | 8            | 16           | 11           |
| 流域面積A(km <sup>2</sup> )           | 116          | 5          | 10           | 74           | 46           | 3            |
| <b>決壊ピーク流量(m<sup>3</sup>/s)</b>   | <b>2,981</b> | <b>594</b> | <b>2,425</b> | <b>2,156</b> | <b>3,416</b> | <b>2,825</b> |
| 下流保全対象                            | 舂玉地区         | 平林地区       | 平林地区         | 肘折地区         | 肘折地区         | 肘折地区         |
| 保全対象との距離(km)                      | 4.0          | 5.0        | 6.8          | 1.1          | 8.2          | 22.4         |
| <b>保下ピーク流量(m<sup>3</sup>/s)</b>   | <b>2,806</b> | <b>620</b> | <b>1,063</b> | <b>2,101</b> | <b>2,404</b> | <b>1,380</b> |

### ① 天然ダム決壊による影響

## ② 既設砂防堰堤の効果

既設堰堤有りでは堰堤無しの場合と比べ、平林地区付近でピーク流量の低減効果(1891-1063=828m<sup>3</sup>/s)と土砂洪水流到達時間の遅延化効果(5分)が認められた。

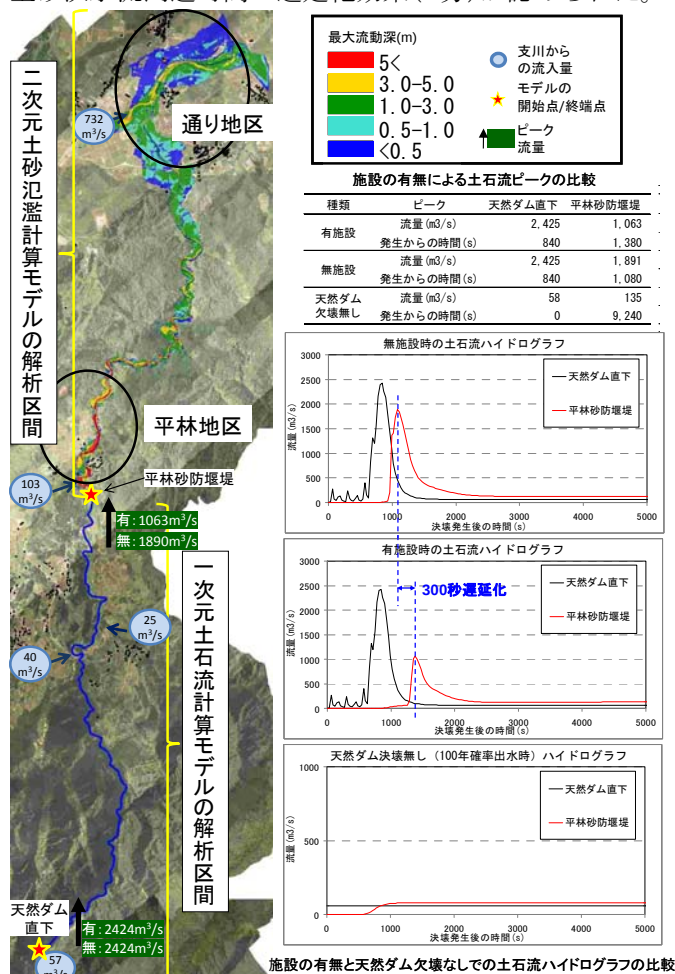


図4 天然ダム決壊による被害想定解析事例(天39)

決壊時のピーク流量計算値は、経験式 (COSTA 式) で算出される値より概ね大きな値が算出されているが、下流の保全対象地区では流下距離に応じて減衰している (図 5)。これより、天然ダム決壊地点と保全対象との距離が近い場合には、経験式による評価では過小評価する恐れがあることが分かる。また決壊時のピーク流量については、既往知見<sup>3)</sup>と同様に、ダム形状 (下流法面勾配、縦断ダム長) の影響が大きいことが示唆された (図 6)。

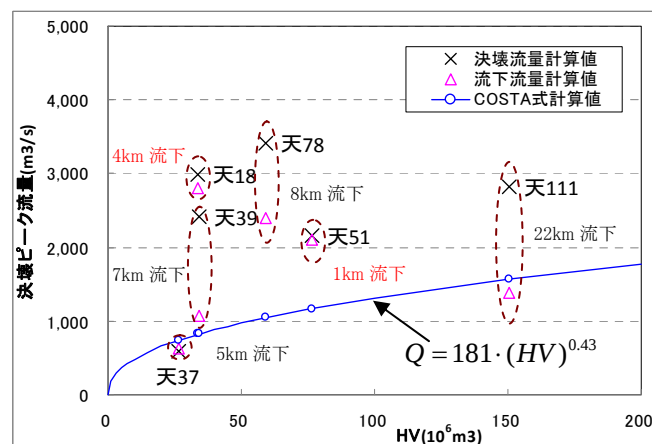


図5 天然ダム決壊ピーク流量計算値の比較

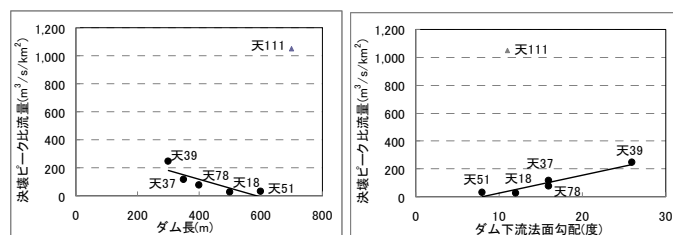


図6 天然ダム決壊ピーク流量とダム形状との関係

#### 4. 今後の検討方針

銅山川流域には、深層崩壊発生の恐れのある斜面が多数存在し、被災想定結果から既設砂防堰堤による減災効果は認められるものの被害防止までには至らないことが判明した。一方で銅山川流域では施設整備の進捗とともに新たな砂防堰堤の設置サイトは限られてきている。巨大地震や集中豪雨など異常気象に伴う深層崩壊発生が懸念される中、ソフト対策を併せた減災対策が不可欠である。今回検討した被害想定図や土砂洪水流規模・到達時間等を活用して、深層崩壊に対する効果的な減災対策の検討を進めていく所存である。

最後に本検討に際して、(独) 土木研究所 土砂管理研究グループの内田主任研究員、西口交流研究員のご指導を頂いた。ここに記して謝意を表します。

## 【参考文献】

- 1) 安部剛・齋藤克浩・荻田茂：山形県肘折カルデラの地すべりダムの特徴と対応事例，地すべり，Vol.47，No. 6，pp. 53-59，2010
- 2) (独)土牛研究所(2008)：土牛研究所資料 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)
- 3) 里深好文・吉野弘祐・小川紀一郎・水山高久：天然ダムの決壊時のピーク流量推定に関する一考察，砂防学会誌，Vol.59，No.6，pp. 55-59