

深層崩壊由来の土石流段丘とその形成年代

パシフィックコンサルタンツ(株) ○菊池 美帆, 江川 千洋, 船山 淳, 伊藤 達哉
国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 鈴木 啓介*, 中嶋 邦博
(*現所属は国土交通省中国地方整備局企画部)

1.はじめに

深層崩壊とは、基盤岩ごと崩壊する岩盤崩壊を意味し、その崩壊規模が極めて大きいことから、発生した際の被害は甚大となる。一方で深層崩壊の発生頻度は低く、前兆現象である斜面の変状速度も極めて遅いことが特徴であり、発生時期の予測が困難である。このため現状では、深層崩壊発生の危険性が高い斜面が抽出できたとしても、発生頻度を想定できなければ事業効果を定量的に評価することが困難であるという課題がある。

本稿では、国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所管内に位置する登川流域を対象に、深層崩壊の発生頻度を土石流段丘に着目し推定した手法について報告する。流れは以下の通りである。

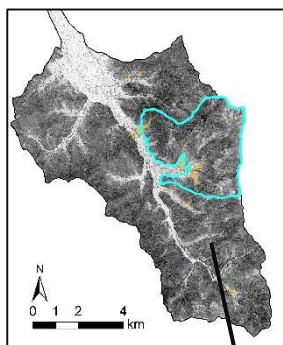


図1 登川流域

(1)登川流域で深層崩壊跡地を抽出し、蓋然性の高い支流を特定。(2)当該流域には大規模な土石流段丘が形成⇒深層崩壊起源の土石流の可能性があると判断。(3)本地層に含まれる炭素の年代を測定し、深層崩壊発生頻度を推定。

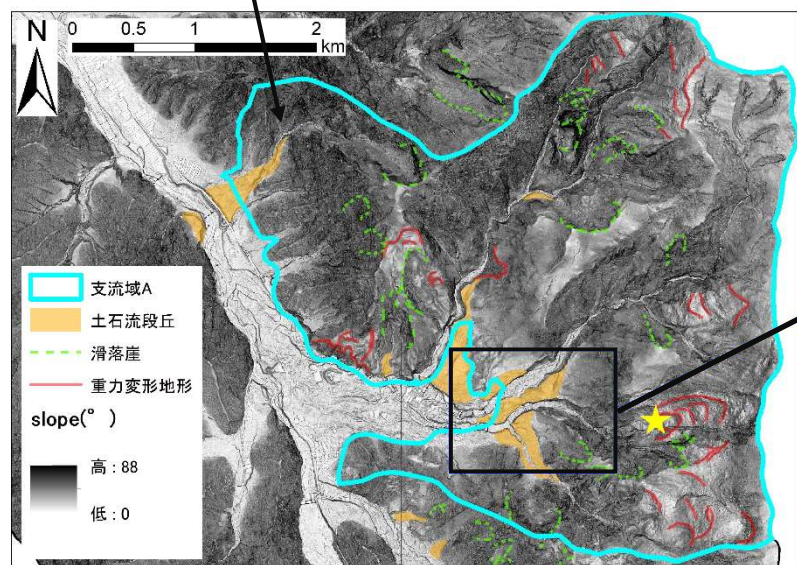


図2 地形判読により抽出した土石流段丘(黄色網掛)

2.調査手法

2.1 地形判読

地形判読には、航空レーザ測量により得られた1mメッシュLP地形データ(令和元年度および令和2年度)を用いた。

2.2 現地踏査

机上での地形判読により、土石流段丘であると判断された箇所について現地踏査を実施し、土石の堆積形態と礫の円磨度および淘汰具合を観察した。

2.3 炭素年代測定

現地踏査を実施した土石流段丘にて、小川内ら(2021)¹、木下・山越(2021)²を参考に、炭化物を採取し、炭素年代測定を実施した。試料の採取は、段丘上面より4m下方の位置で、表層の被植を厚さ50cm程度取り除き、外部からの流入物である可能性を出来るだけ排除したのち、炭化物を探索し採取した。採取した炭化物に酸処理を施したのち、AMS法による年代測定を実施した。 $\delta^{13}C$ により同位体効果を補正し、Oxcalv4.4較正プログラムを用いて暦年較正年代を算出した。

3.結果

3.1 地形判読

深層崩壊跡地(図2 緑線)及び、H23 新潟福島豪雨

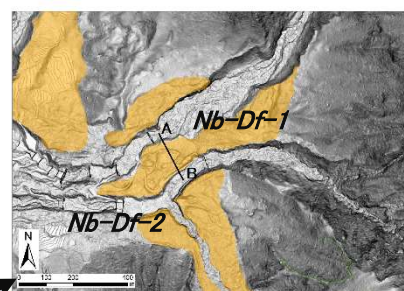


図3 深層崩壊由来の土石流段丘

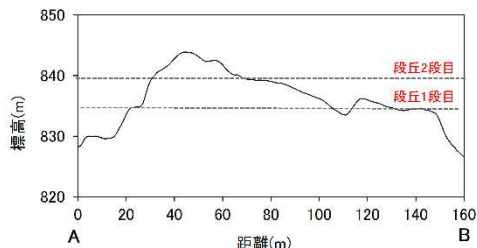


図4 土石流段丘断面図

で 10,000m² 以上の崩壊面積を有するもの(図 2 の★)を抽出した結果³⁾、登川流域において深層崩壊もしくはそれに準ずる崩壊が多発した地域には偏りが生じていることが判明した(図 1 および図 2)。

登川及びその支川には大小さまざまな段丘面が形成されていることから、これを成因別(河成段丘、土石流段丘、天然ダム段丘)に抽出した。なお、図には土石流段丘のみ表記した(黄色網掛)。土石流段丘は、本川との合流点(勾配変化点)を下流端とする細長い扇状を呈するものを抽出した。結果として、登川流域において土石流段丘の数及びその大きさには地域的な偏りが生じていることが判明した。前述の深層崩壊が多発した地域と、大規模な土石流段丘が多数形成されている地域は同じ支流域 A であることから、深層崩壊由来の土石流段丘の可能性があると判断した(図 3)。なお、支流域 A の土石流段丘には、図 4 に示すように標高の異なる 2 段の段丘面が形成されていることもあり(Nb-Df-1)、深層崩壊が複数回発生している可能性があると考えられる。

支流域 A では深層崩壊の前兆現象である重力変形地形(円弧状の崖、線状凹地等)が多数確認された(図 2 赤線部)。このことは、支流域 A では将来的にも深層崩壊が発生する確率が、周辺流域と比較して、相対的に高いことを示していると考えられる。

3.2 現地踏査

踏査の結果、土石流段丘(図 1Nb-Df-2)はシルト分から巨礫といった極めて粒径幅の広い土砂が混然一体となり、層厚 10m 以上で分布することが確認された。また、巨礫の円磨度は低く、角礫～垂角礫が不規則に分布しているのが確認された。なお、本層に層構造、級化構造、旧表土層は確認されなかった。地形判読および現地踏査の結果を踏まえ、当該流域の土石流段丘は深層崩壊由来の可能性が高いと考え、各層から炭化物を採取し年代測定を実施することで、深層崩壊の発生



礫の円磨度が低く、淘汰が悪い
級化構造もみられない

図 5 深層崩壊由来の土石流段丘

頻度を推定できると考えた。

3.3 炭素年代測定

当該流域の土石流段丘から、炭化物を 20 試料採取した。Nb-Df-2 で採取した 1 試料のみが測定可能な量を満たし、1710-1905 年という値が得られた。

表1 炭素年代測定結果

試料名	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	1 σ 暦年代範囲
		pMC (%)	
Nb-Df-2	-27.44 ± 0.27	-99.76 ± 0.26	AD 1710-1905

通常の土石流堆積物中には比較的炭質物が含まれると考えていたが、支流域 A の土石流堆積物中には今回の調査ではほとんど見当たらず、発見できても測定可能な量に満たなかった。深層崩壊由来の土石流は土砂量に対して被植の割合が少ないことが原因と考えられ、サンプリングは今後の課題になると考えている。

4. 深度崩壊発生頻度の評価

登川流域において、深層崩壊跡地、H23 豪雨時の大規模崩壊、土石流段丘、重力変形地形を判読した結果、支流域 A に偏って集中していることが判明した。以上より、支流域 A を蓋然性の高い流域と設定し、深層崩壊発生頻度については、H23(2011 年)豪雨から炭素の年代値を差し引いた 100~300 年間隔と評価した。

5. おわりに

深層崩壊の発生頻度を特定するには、深層崩壊によって形成された天然ダム(痕跡)から炭質物を抽出する手法が報告されている。これまで、土石流として流下した深層崩壊では年代測定が困難であると考えられていたが、本稿では、深層崩壊起源の土石流段丘に着目することで推定できる可能性を示した。土石流段丘が深層崩壊起源のものかを評価できるかが大きな課題であると考えられるが、今後、詳細な調査や分析データを揃えていくことで解決できると考えている。

6. 謝辞

本検討において、深田地質研究所の千木良雅弘理事長には、地形判読の手法や検討方針に関して多くのご指導を頂きました。記して感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 木下・山越 (2021): 土木技術資料, 第 63 巻, 第 8 号.
- 2) 小川内ら (2021): 砂防学会誌, 第 74 巻, 第 1 号.
- 3) 平成 24 年度 H23.7 豪雨特性等解析業務. 国総研資料 (H29) 第 983 号. 土木研究所資料 (H28) 第 4333 号.