

300 年前に発生した五十里洪水のシンポジウムを通じた土砂災害啓発活動

国土交通省関東地方整備局日光砂防事務所 木下篤彦・土田元気・石北肇・工藤卓也
 国土防災技術株式会社 小川内良人・齋藤博
 栃木県砂防ボランティア協会 天尾潔

1. はじめに

1683 年 10 月に推定マグニチュード 7.0 の天和(てんな)日光地震が発生し、栃木県日光市の葛老山(かつろうざん、標高 1,123m)の北側斜面で大規模崩壊が発生した。崩壊した土砂は直下を流れる男鹿川を塞ぎ止め、河道閉塞(天然ダム)が発生した。その後 2 度に渡り会津藩による掘割による水抜き工事が行われた。しかし、40 年後の 1723 年 9 月に豪雨に伴う湛水池の水位上昇により、越流した。天然ダムの侵食等により、下流域では土砂・洪水氾濫が発生し、広い範囲で大きな被害が出た^{1)・2)}。この洪水は「五十里洪水」と呼ばれ、2023 年が洪水発生から 300 周年であった。日光砂防事務所では、災害啓発を目的としたシンポジウムを 2025 年 2 月に開催した。本稿では、シンポジウムにあたり、「五十里洪水」の教訓を地域住民に理解してもらうために工夫した点やその内容について説明する。

2. シンポジウムを通じて伝えたいこと

シンポジウムをやるのなら参加者に何を伝えるか、が重要であった。まずは、災害から 300 年も経っているため、「最新技術」で斜面崩壊のメカニズムを調査することが必要、と考えた。もう 1 点、「会津藩の掘割の効果」が長年不明であり、「失敗であった」と説明されてあるものが多い¹⁾。40 年も天然ダムの状態で保っており、会津藩の掘割がどれだけ効果を発揮し、なぜ越流侵食等や土砂・洪水氾濫に至ったのかを明らかにする必要があると考えた。

3. 最新技術を用いた約 300 年前の斜面崩壊メカニズム

崩壊のメカニズムを解明する目的で、ドローン空中電磁探査を行った。実施箇所を図-1 に示す。実施方法は、奈良県で実施した奥村ら³⁾の手法と同様に行った。2024 年 9 月 18 日に図-1 の範囲で探査を行った。図-2 (a)・(b)に非崩壊斜面である A 測線(図-1)と崩壊斜面である C 測線(図-1)の比抵抗分布を示す。(a)・(b)共に丸印で囲った箇所に等比抵抗線が鉛直方向に集中して分布している。比抵抗が縦断的に大きく変化している箇所と考えられ、断層破砕帯が存在していると考えられる。また、断層(丸印)よりも斜面上方(図-2 (a)・(b)のそれぞれ丸印の右側)の地下 70~200m 付近に低比抵抗のエリアが存在する。9 月が出水期であることを考慮すると地下水層と考えられる。(a)・(b)共に断層(丸印)の右側が相対的に低比抵抗で、左側が相対的に高比抵抗となっており、断層破砕帯によって地下水がせき止められていると考えられる。

(a)がおおよそ 342 年前の崩壊前の地形とし、(b)の崩壊した地表面形状を(a)にトレースすると、およその崩壊面が推定できる。推定崩壊面の高さ(a)中の点線)より上部は低比

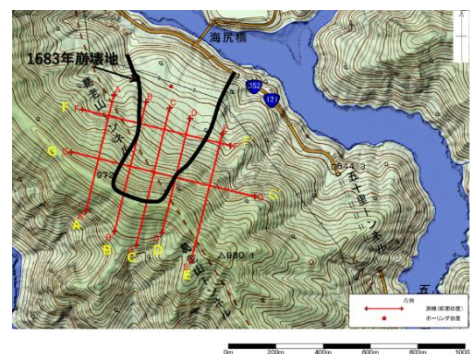


図-1 ドローン空中電磁探査実施箇所と測線

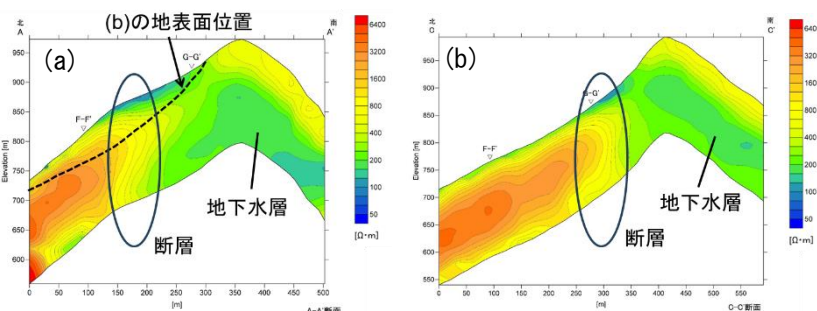


図-2 ドローン空中電磁探査の結果。(a)非崩壊斜面(A 測線)、(b)崩壊斜面(C 測線)。丸印は推定断層破砕帯の位置。

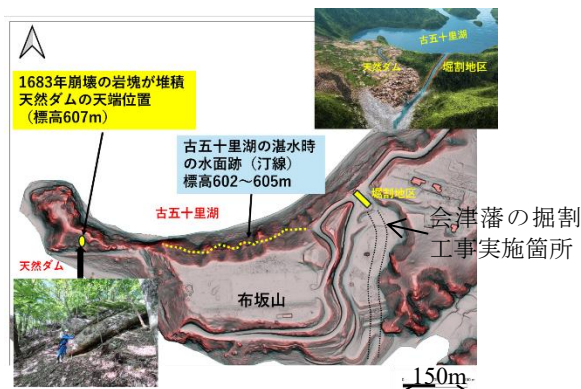


図-3 会津藩の掘割調査の実施箇所(図-1 の海尻橋を挟んで崩壊地の対岸に位置する。)

抵抗エリアが広く分布しており、現地調査結果と合わせると風化や節理・亀裂が発達した地質であった。このため、342 年前の地震以前は地震によって崩れやすい地形であったと考えられる。

また、(a)の平均斜面勾配が約 35 度と急勾配であったことや尾根形状で地震の応力が集中しやすかったことなども崩壊の原因と考えられる。なお、断層については地震時に影響を及ぼしたという明確な証拠は無く、今後さらに検証していく必要がある。

4. 会津藩の掘割の効果

掘割の効果を議論する上では、その流下能力を検証することが重要である。そのためには、掘割の位置・高さ・幅・長さや底面標高を正確に知る必要がある。このため、かつて掘割のあったと考えられている箇所(図-3 の黄表示の掘割地区周辺)で表面波探査と地中レーダ探査を行った。結果を図-4, 5 に示す。かつての掘割は、その後の道路工事などで盛土されていると考えられる。図-4 では、盛土砂は周囲の調査結果も踏まえると S 波速度で赤色で着色されたおよそ 200m/s 付近より遅い速度層の範囲と推定され、およそ点線の位置に掘割があったと考えられる。図-5 では、掘割のあったと思われる箇所のみレーダの反射が強く(赤色)、不均質で水分が多い土質と考えられた。

掘割底面の標高は、600.5~601.0m(地表面より深さ 2.0~2.5m)、幅 4.0~5.0m と推定された。2012 年~2021 年の五十里ダムのダム流入量から推定すると、非出水期(10 月~3 月)・出水期(4 月~9 月)の平均流入量はそれぞれ、7.2, 14.3m³/s であった。湛水池が満水かつ天然ダムからの湧水量を 2.5m³/s(河道閉塞後 133 日で満水したことから逆算した湧水量)とした場合では、非出水期・出水期の平均流入量に対し、掘割はそれぞれ 0.7m, 1.2m の水深で排水可能であることが分かった。掘割工事は出水期・非出水期それぞれの平均的な流入量に対して十分な効果を発揮していたと考えられる。このことが、40 年もの間天然ダムを維持できた要因と考えられる。

5. おわりに

「五十里洪水」のような大規模な災害は地域住民や行政担当者の防災意識を高める上でも良い教材となる。今後とも調査・研究を続け、次世代に引き継いでいこうと考えている。

参考文献

- 1) 村松ら：天和三年(1683)天和日光地震に伴う天然ダム(五十里湖)形成と、享保八年(1723)の決壊(五十里洪水)について，令和 5 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.99-100，2023
- 2) 井口・八木：天和日光地震(1683 年)による葛老山の地すべり地形，日本地すべり学会誌，pp.58-59，2012
- 3) 奥村ら：空中物理探査等を用いた紀伊山系における重力変形斜面内の比抵抗特性，令和 5 年度砂防学会研究発表会概要集 pp.543-544，2023

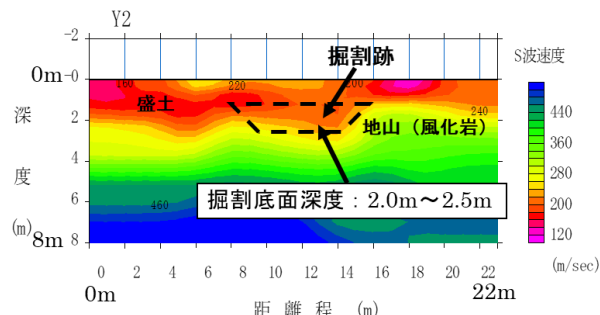


図-4 掘割付近の表面波探査の結果

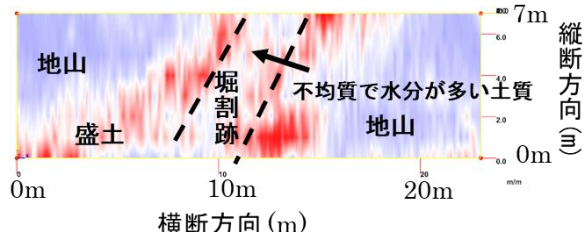


図-5 掘割付近の地中レーダ画像(深度 2~3m)