

深層崩壊発生後の背後斜面における変動特性と斜面監視

国土交通省 紀伊山系砂防事務所 廣澤元彦・日朝洋明^{※1}・後藤和明^{※2}

国土防災技術株式会社 ○横山 修・土佐信一・小川内良人

※1 現 木津川上流河川事務所 ※2 現 和歌山河川国道事務所

1. はじめに

2011 年（平成 23 年）台風 12 号では紀伊半島を中心に 1,000mm を超える記録的な豪雨となり、多数の深層崩壊が発生した¹⁾。深層崩壊の発生から 12 年余りが経過し、この間に深層崩壊発生斜面周辺において崩壊発生メカニズムの調査・研究や対策工事の安全管理のための監視・観測が行われ、崩壊発生後の斜面変動や降雨時の変動特性が明らかになってきた。本報告では、五條市赤谷地区の深層崩壊を例として 10 年以上に及ぶ斜面監視としての動態観測データをもとに斜面変動の特性と今後予想される変動について整理した。

2. 赤谷地区の深層崩壊の概要

赤谷地区の深層崩壊は、幅 460m、長さ 850m、高さ 600m、崩壊土砂量 11,378,000m³の規模である¹⁾。崩壊土砂は斜面下方で高さ 67m、幅（河床横断方向）250m、満水時湛水量 1,078,000m³の河道閉塞を生じた¹⁾。

深層崩壊の発生前の詳細地形図では小さな連続する崖が存在するなど、山体が重力斜面変形（岩盤クリープ）の様相を呈していた（図-1）。崩壊は山頂から約 100m 下方で発生しており、崩壊の背後には緩んだ岩盤斜面が残存している状態にある。

崩壊地内では、崩壊発生後から多量の不安定土砂が残存し、2013 年、2014 年に大規模な崩落が起きたほか、降雨の度にガリーや土砂の流出が発生した。また、急崖をなす崩壊の側方崖では、2012 年に大規模な岩盤崩落が発生した。一方、崩壊の背後斜面では、崩壊発生時に形成された円弧状の亀裂や、連続する段差が存在し、拡大崩壊が懸念された。

3. 斜面監視

崩壊発生直後から崩壊地内に残存する不安定土砂の崩落、背後斜面での拡大崩壊を監視する目的で、地盤（地表）伸縮計の計測が実施された（図-1）。S-1、S-2 は、亀裂段差を跨ぐように設置された。S-4 は滑落崖と落ち残りの土塊を跨いで設置された。また、2014 年以降、2 個所のボーリング孔内に地中伸縮計（S-5、S-6）が設置された。

4. 深層崩壊背後斜面の変動状況

地表の設置された地盤伸縮計は、3 個所とも崩壊の発生以降もプラス（伸び）に変動し続けている（図-2）。累積変動量は約 10 年間で S-1 は約 20cm、S-2 は約 100cm、S-4 は約 50cm を記録した。ただし、崩壊直後から 4 年間は豪雨時に急激なプラス変動が続いたものの、2015 年以降は豪雨に対しても急激な伸びは記録されず、長期的には緩やかなプラス変動に変化した。

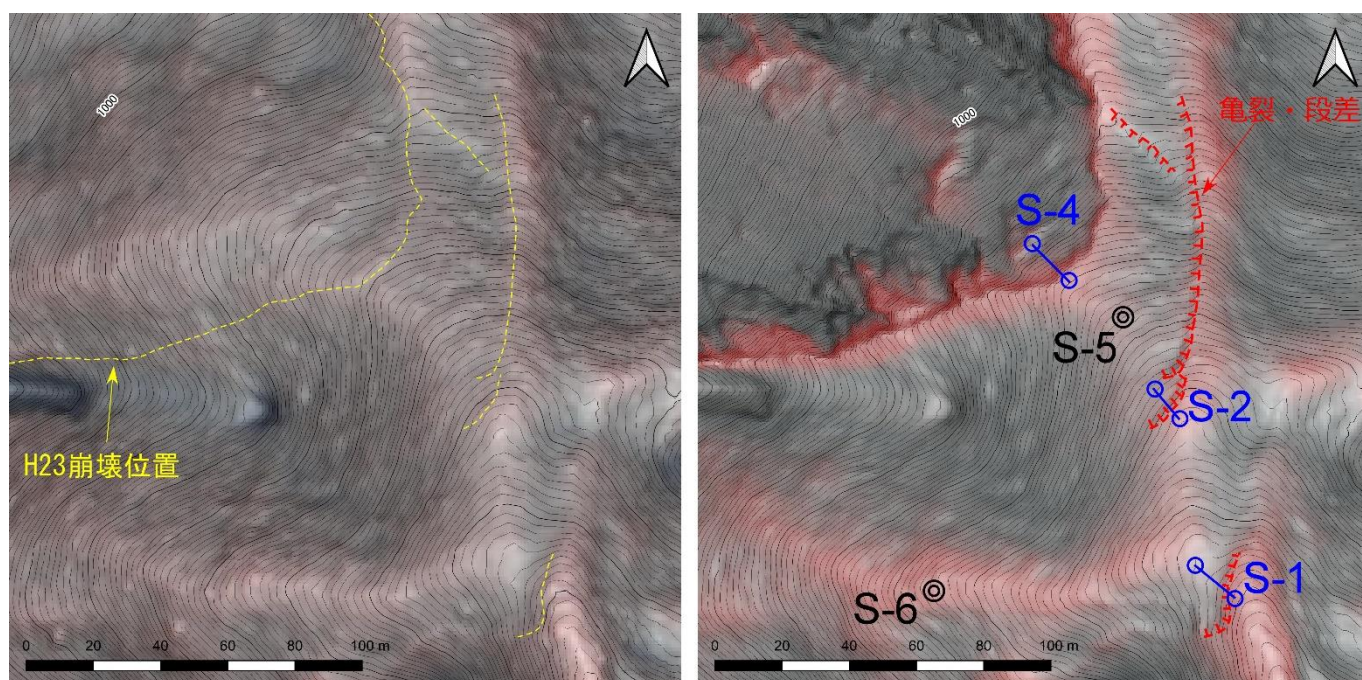
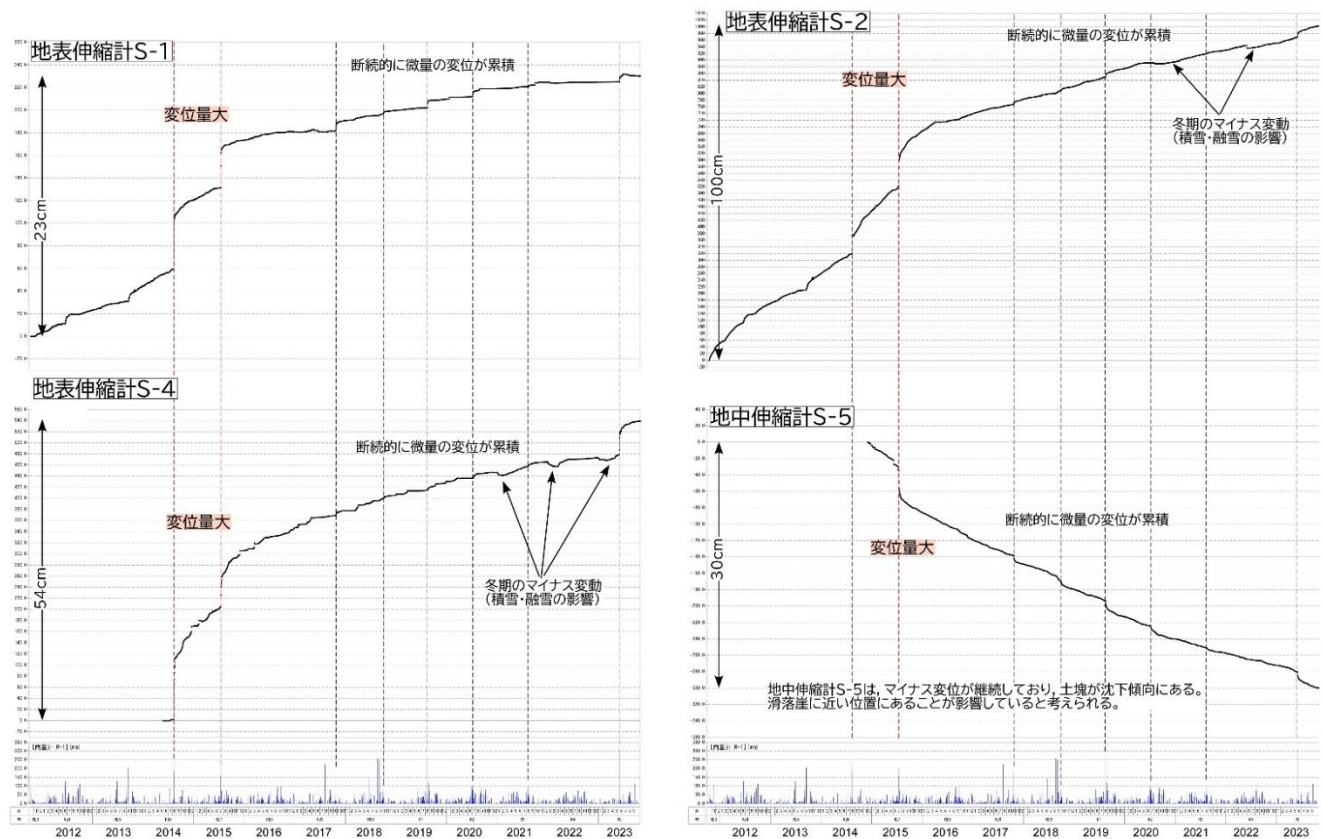


図-1 赤谷地区の深層崩壊発生斜面（左：崩壊前【H21 LP】，右：崩壊後【R2 LP】）



図ー2 地盤伸縮計・地中伸縮計の経年変化グラフ（2011年10月～2023年10月）

地中の変位を観測している地中伸縮計 S-5 は、設置後からマイナス（縮み）の累積が続いている。S-5 についても 2015 年を境に変動の傾向が変わり、緩やかな変動に変化した。通常、地中伸縮計は地すべり活動によりプラス変が発生することが一般的である。地中伸縮計 S-6 は、当初孔内傾斜計の孔曲がりやパイプひずみ計のスケールオーバーが発生し、現在の地中伸縮計を設置した。現在はマイナス傾向にあるものの、設置からの累計変位は 3 年間で 3cm 以下となっている。マイナスの変動が発生する原因は明らかにはできていないが、地すべり面といったせん断面の変位を捉えているというより、重力斜面変形としての岩盤のズレや地盤の沈下に伴う山向きのせん断変位を計測している可能性がある。

5. これまでの監視・観測結果から予測される将来の斜面変動

深層崩壊発生直後から 3～4 年は、崩壊地内に残存する不安定土砂や崩壊地側部の緩み岩盤の崩落等が発生し、極めて活発な土砂生産が続いたが、その後は小さな変動で推移している。背後斜面も同様に、数年の経過によって当初と比較すると変位が収束傾向にある。2023 年 6 月には累積雨量 300mm 以上の豪雨を経験したが、大きな変位は発生せず、小康の傾向にある。2015 年以降で変動が緩慢になった原因は明らかではないが、そのひとつとして崩壊により地形が大きく変わったことで地下水状態が変化していることが考えられる。実際に崩壊地内の湧水箇所は激減し、降雨時の流水の発生やガリーの形成は明らかに減少している。

1889 年（明治 22 年）の十津川大水害から 135 年が経過し、その間、崩壊地内の裸地、荒廃地は植生が回復し、森林に覆われた。また、2011 年の紀伊半島大水害までに、隣接斜面で大きく崩れた記録もない。短期的には 2011 年の深層崩壊斜面もしばらくは平穏であることが予想される。一方、紀伊山地では明治十津川大水害以前にも多数の深層崩壊が発生していたことがわかっている²⁾。100～400 年確率で発生する大規模な豪雨イベントに対し、長期的なリスクを踏まえ、今後深層崩壊の発生しやすい斜面及び崩壊地背後の拡大性ブロックの微小変動に対する監視が重要と考える。

謝辞：京都大学小杉賢一朗教授には、多大なご協力と指導を頂いた。ご協力に感謝申し上げます。

引用文献：

- 1) 近畿地方整備局・大規模土砂災害対策センター・紀伊山系砂防事務所、紀伊山地における大規模河道閉塞対策（天然ダム）対策の考え方（案）【参考資料編】、平成 29 年 9 月
- 2) 小川内良人・横山修・木下篤彦・山田拓・柴田俊・田中健貴・山越隆雄・西山賢一、放射性炭素年代から推定される紀伊山地の深層崩壊発生頻度、砂防学会誌、74、1、p.3-14、2021.