

10. 三波川帯緑色片岩分布域の深層崩壊

The deep-seated landslide example at the area of distribution of green schist in Sambagawa group

○林幸一郎, 田村浩行 (応用地質株式会社)

1. まえがき

四国の中央部で東西に分布する三波川帯においては、広い範囲にわたって地すべりが発生している。その多くが泥質片岩の分布域に集中し、破碎帯および片理面に規制されたすべり面を形成し活動する。

本報告では、上記の特徴とは異なり、三波川帯の緑色片岩分布域において突発的に発生した深層崩壊の事例を報告する。

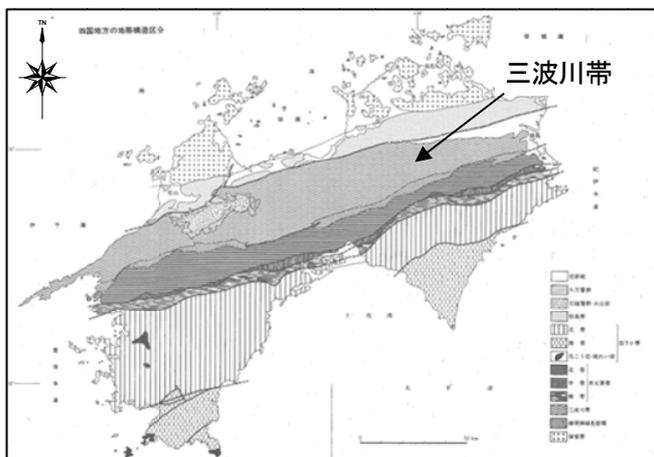


図-1 四国地方の地帯構造区分¹⁾

2. 災害の概要

深層崩壊による災害の概要は以下のとおりである。

- ・被災対象, 規模: 二級河川 閉塞 L=100m, 二級市道 崩壊 L=100m (落橋を含む)
- ・崩壊の規模: 崩壊幅約 100m, 斜面長約 150m, 深さ約 35m, 崩壊土量 50,000~80,000 m³
- ・初動対応: 崩壊発生をパトロールにより確認。

直ちに全面通行止めとし、崩壊箇所より先の居住者 (1世帯 2名) の安全を確認。

翌日、緊急災害対策派遣隊 (TEC-FORCE) による現地視察実施。

4日後、仮設道路の設置を完了し、孤立住民の避難を実施。

土砂災害専門家派遣。

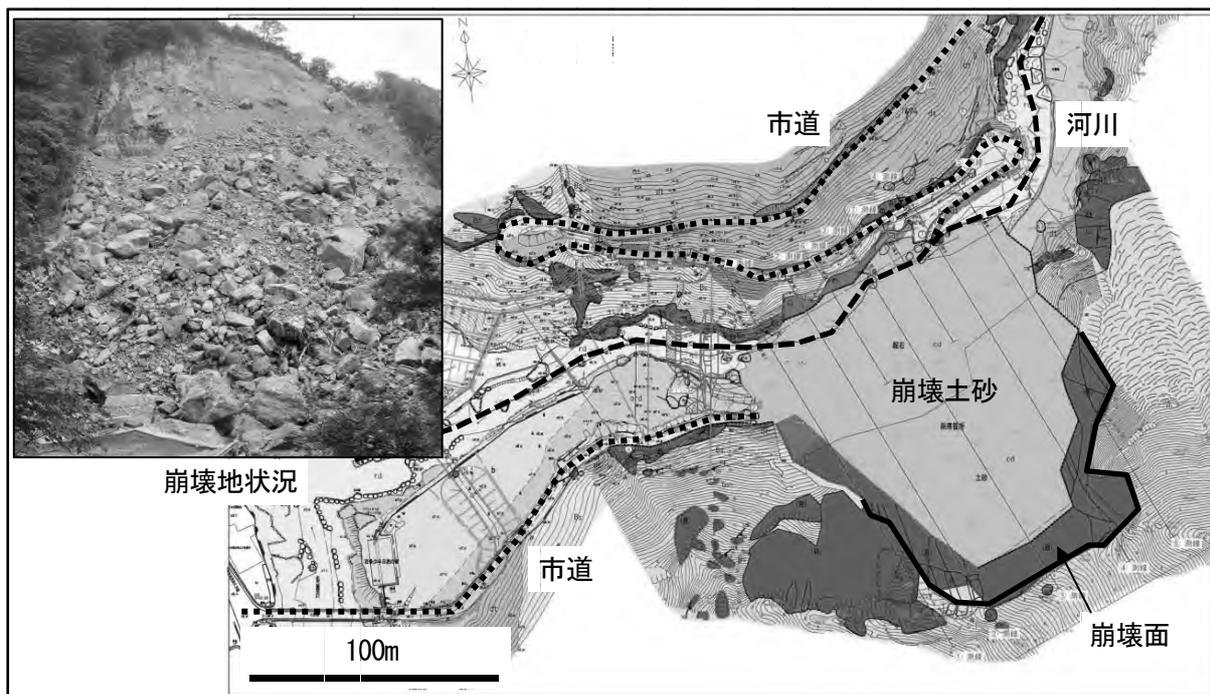


図-2 崩壊状況図

3. 深層崩壊の特徴

1) 地形、地質的背景

崩壊地は、標高 1,000m 級の山地に位置し、河川により刻谷された比高 500m 程度の急斜面が多く分布する地域の、やせ尾根状地形の末端部にあたる。崩壊は、西向する河川に面した傾斜 50~60° の北向き斜面で発生した。

広域的な地質は、三波川帯に属する緑色片岩および泥質片岩が東西走向で分布しており、崩壊地周辺においても、緑色片岩を主体とし、泥質片岩を挟在する地質が分布する。崩壊斜面の地質構造は、片理面が斜面に対して緩傾斜受け盤となる構造である。一方、片理面と直交方向に開口亀裂が発達し、亀裂系は急傾斜流れ盤構造をなす。

2) 外的要因

崩壊斜面は、屈曲する河川の攻撃斜面となっており、河川浸食によるV字谷が形成されるとともに、側方浸食による斜面裾部の崩壊が進行しやすい状況であった。急傾斜となった岩盤斜面は、重力変形や巨大地震の震動により亀裂が徐々に開口していったものとみられる。豪雨時には開口亀裂内の水位が上昇し、亀裂の開口を促進したものとみられる。

崩壊発生時の気象状況を図-3に示す。図に示す通り、崩壊発生前の6日前には日雨量 128mm の降雨があり、それ以降も日雨量 20mm 程度の降雨は続いたものの、崩壊発生時は日雨量 0mm の無降雨状態であった。また、地震等のそれ以外の外的要因も発生していなかった。

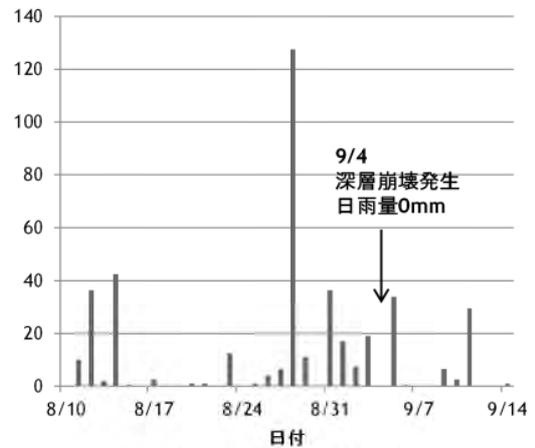


図-3 崩壊発生前の降雨状況

3) 崩壊発生箇所的位置づけ

崩壊発生箇所は、地域別深層崩壊跡地密度マップ(国土交通省, 2012)によると、崩壊跡は「なし」と評価される地域であった。また図-4に示す深層崩壊溪流(小流域)レベル評価マップ(国土交通省, 2012)によると、崩壊箇所は「相対的な危険度のやや低い溪流」と評価される区域であり、いずれの資料においても、深層崩壊の危険性は高くないと評価される箇所であった。

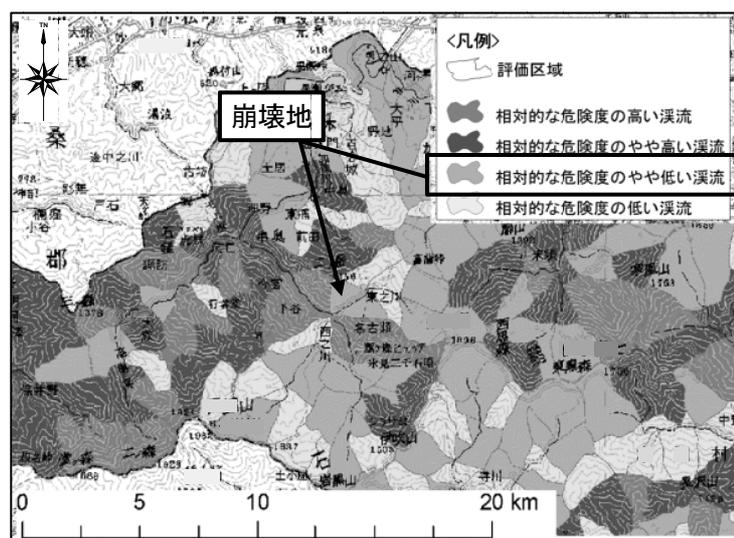


図-4 崩壊地周辺の深層崩壊溪流(小流域)マップ²⁾

4) 崩壊のメカニズム

斜面崩壊のメカニズムは、以下のように推定される。

- ステージ① ・河川浸食によるV字谷の形成
- ステージ② ・河川の速報浸食が進行し、斜面裾部の崩壊進行
 - ・重力変形や巨大地震の震動により亀裂が徐々に開口
 - ・豪雨時に亀裂内の水位が上昇し、亀裂の開口を促進
- ステージ③ ・岩盤斜面の緩みが進行し、荷重がかかる斜面裾部では、座屈変形が発生
 - ・斜面裾部のキープブロックの崩壊を契機として、崩壊が斜面上方に波及し、繰り返し崩壊が発生
- ステージ④ ・不安定化した急崖は、足元をすくわれるような形で崩壊
 - ・崩壊岩塊は河床へ到達し、河道を閉塞する
 - ・崩壊面は、急傾斜の流れ盤と受け盤の割れ目の複合

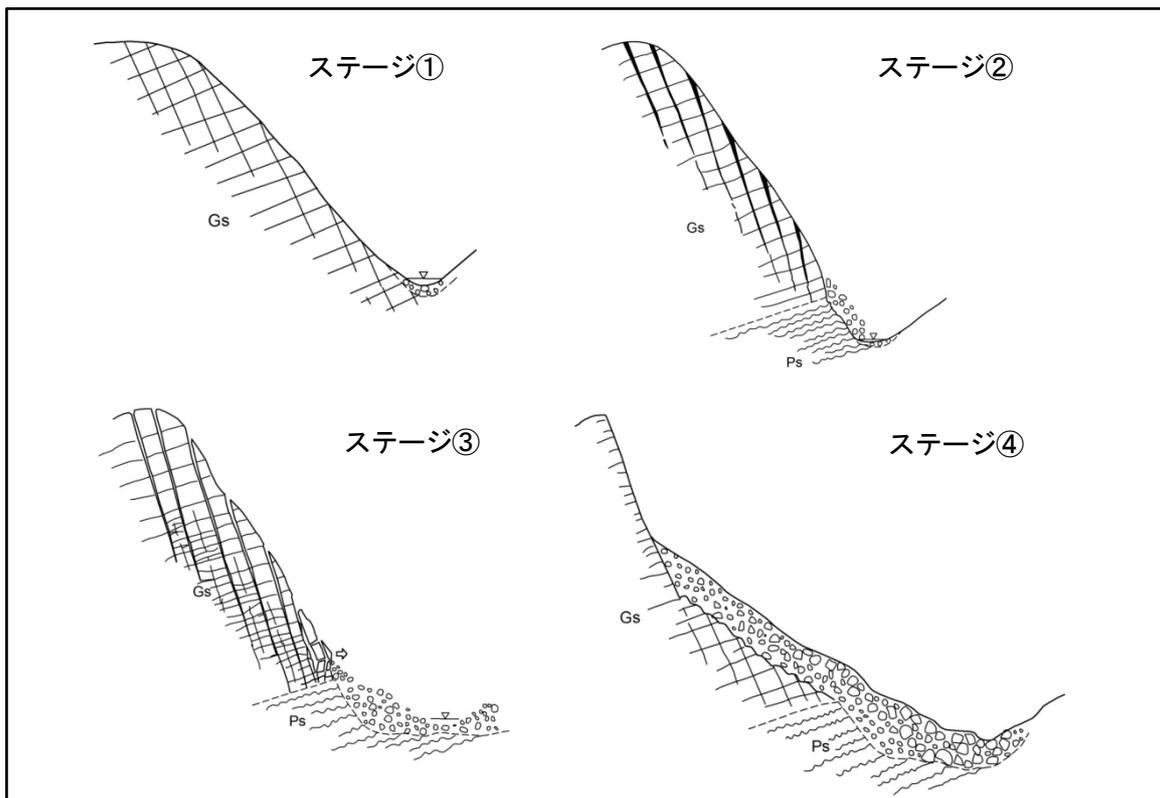


図-5 斜面崩壊メカニズムの想定模式図

5) 不安定残存斜面の変位

崩壊頭部の下流側には、地山に発生した開口亀裂に囲まれた 10,000 m³ほどの不安定斜面が残存している。二次的崩壊が発生することにより河道閉塞、土石流の発生が懸念されるため、地表面伸縮計を用いて開口亀裂の変位を観測した。観測の結果、変位量は平均 1.0mm/月であり、200mm を超す降雨に反応し 15mm 程度の急変動を確認したものの、それ以外の期間では顕著な降雨との関係性は認められなかった。

6) 河道閉塞の状況

崩壊により、幅 30m 程度の河床が約 17,000 m³の崩壊土砂で閉塞した。また上流側には小規模なせき止め湖が発生した。

せき止め湖の水位上昇に伴う決壊と土石流発生を監視するため、せき止め湖の水位観測を実施した。その結果、せき止め発生直後は降雨に伴う 2~4m 程度の一時的な水位上昇が認められたものの、水

位は降雨後速やかに低下し、また日が経つにつれて水位上昇の傾向が緩やかになることが確認された。これは、崩壊土砂の多くが塊状の巨礫主体であったことにより、河川水をせき止めるような細粒分が次第に流され、礫径が大きく空隙の多い堆積物となっていたためとみられる。これにより、新たな崩壊が発生し著しい土砂の増加が生じない限り、せき止め湖の規模拡大と決壊による土石流発生の危険性は高くない状況となった。

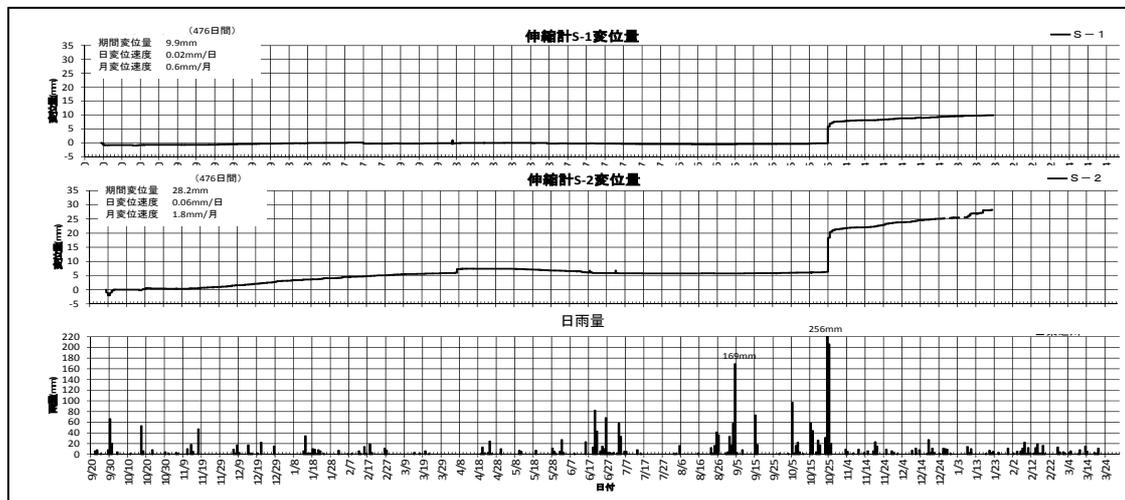


図-6 不安定残存斜面頭部の変位量変化図

4. 恒久対策

恒久対策として、崩壊斜面の安定化と、崩壊土砂の再移動防除を目的に数案を検討した。排土による原型復旧および崩壊土砂の撤去、下流への床止工設置、崩壊土砂を迂回する河川トンネルを比較検討した結果、経済的に実施可能で効果が期待できる床止工を採用し実施している。また斜面の安定化は、被災市道の迂回案が採用されたため、見送ることとなった。

5. まとめ

上記の通り、地質構造に起因した地すべりの発生が広く知られている三波川帯において、深層崩壊の危険性が低いと評価される箇所でも、かつ直前が無降雨状態であったにもかかわらず、深さ 35m におよぶ深層崩壊が発生した。崩壊は、急峻な岩盤斜面が裾部での河川浸食を受け、経年的な緩みの進行を受けることにより、小崩壊による不安定化を契機に大崩壊したものであり、同様の地形地質状況であれば同様の崩壊が発生する可能性があることを示す事例である。

今回の崩壊事例では、事前に予兆を示すような地形の抽出、顕著な現地変状は確認されず、予察が極めて困難な状況であった。一方で、大規模な土砂量の崩壊、河道閉塞による土石流の発生は、谷部および下流部に多大な被災を及ぼす可能性があるため、災害防除の観点からも放置することのできない現象である。本事例が参考となり、このような崩壊が発生する可能性もあるということを念頭に置いた斜面調査がなされることを期待する。

<参考文献>

- 1) 日本の地質『四国地方』編集委員会(1991)：日本の地質 8 四国地方，共立出版株式会社，266p.
- 2) 国土交通省(2014)：深層崩壊に関する溪流（小流域）レベルの調査について，記者発表 平成 24 年 9 月 10 日。