

大規模崩壊跡地とその周辺における二次的土砂移動現象の解析

○京都大学大学院（現 国際航業株式会社）加地慧一 小杉賢一郎

1. はじめに

大規模な斜面崩壊が発生すると、崩壊に伴う直接的な土砂移動に加えて、崩壊後も継続的に二次的な土砂移動が起こることが知られている。具体的には、崩壊地内部やその下流に残存した崩壊土砂の再移動や、崩壊裸地の侵食により生産された土砂の流出などが挙げられる。それに加えて、崩壊地の上部斜面においても、崩壊前は下部斜面の土砂によって支えられているが、崩壊によってその支えが消失することで土塊が不安定化し、斜面下方への移動が起こる可能性がある。これと類似した事項として、深層崩壊が発生した斜面の崩壊前の斜面状態を調査した結果、その多くで斜面下部の崩壊と上部斜面の重力変形の進行が見られたことから、下部斜面の崩壊に伴う上部斜面の不安定化が深層崩壊発生の一因の一つとなっていた可能性が指摘されている（千木良, 2013）。しかしながら、崩壊地の上部斜面を含めた二次的な土砂移動について詳しく検討した事例は限られている。そこで、本研究では大規模崩壊跡地とその周辺における二次的土砂移動現象を定量的に明らかにすることを目的として、複数の大規模崩壊跡地とその周辺部において航空レーザー測量により作成された複数時期の DEM を用いて解析を行った。さらに、二次的土砂移動現象が見られた場所と見られなかった場所の違いについて検討した。

2. 手法

研究対象地は、2015年5月上旬に石川県白山市尾添地区中ノ川右岸で発生した大規模崩壊跡地と、2011年台風12号に伴う豪雨によって紀伊山系で発生した多数の深層崩壊地の内、赤谷、熊野、栗平、三越、高滝（左、右）、上湯川、桑畑、小椽、白川（左、右）地区の計12崩壊地に設定した。各地点において、崩壊直後から崩壊後約9年後までに複数回実施された航空レーザー測量の結果から作成された1mDEMを用いて、各測量日の間における土砂移動をDEMのZ座標の差分から求めた。崩壊地上部斜面における継続的な二次的土砂移動が確認された地点においては、特定の微地形を含む4×4グリッドの移動を追うことで土砂移動速度を算出した。また、二次的土砂移

動が発生する要因を検討するために、崩壊直後の測量結果を用いて崩壊地上部斜面の断面図を比較した。さらに傾斜を指標として上部斜面全体の地形的特徴を比較した。

3. 結果・考察

3. 1. 土砂移動

検討を行った12地区のうち5地区（中ノ川右岸、赤谷、熊野、高滝（左）、白川（右））において、崩壊地の直上部分の土塊が斜面下方へ移動する二次的な地すべり運動が起こっていた。中ノ川右岸における崩壊後約9年間での変位を図1に示す。崩壊地上部端付近において、直上部分の土塊の地すべり運動に伴う沈下と、その下部斜面のせり出しが見られた。

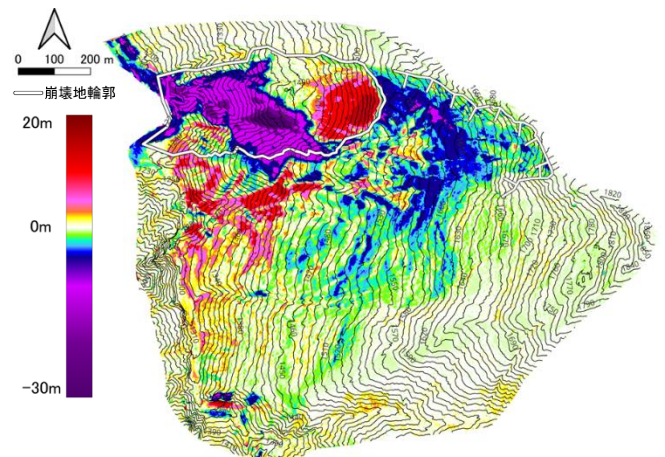


図1 中ノ川右岸 崩壊後約9年間での変位

次に、各地区での二次的土砂移動速度の時系列を図2に示す。中ノ川右岸では3.51~12.25mm/日、紀伊山系では0.14~1.70mm/日の結果が得られた。5地区全てにおいて、崩壊から9年後でも崩壊地上部斜面の二次的な地すべり運動が続いており、今後も継続すると推察された。中ノ川右岸の移動速度が突出しているのは、崩壊前から地すべり運動が進行していたことや、紀伊山系の地質が堆積岩であるのに対し中ノ川右岸は火成岩であり異なっていることが理由と推察された。

3. 2. 土砂移動の有無と斜面状況の違い

二次的土砂移動の有無で崩壊地上部斜面の傾斜分

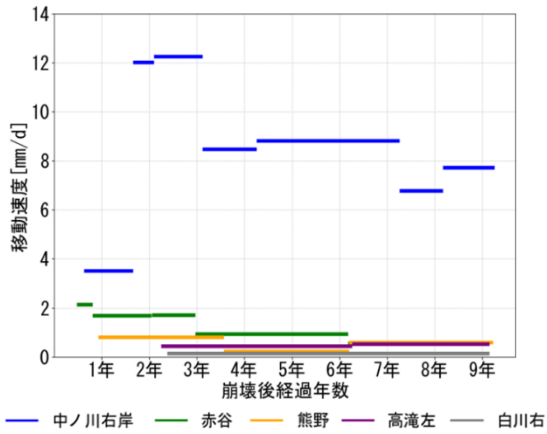


図2 土砂移動速度の時系列

布に違いが見られた。図3に二次的土砂移動のあった熊野地区となかった栗平地区の傾斜を、図4に図3中の側線における断面図を示す。熊野では重力変形の進行を表す小崖などの微地形が顕著であり、縦断面にもはっきりと表れているのに対し、栗平では熊野のような明瞭な微地形は見られず、また平均勾配も急であった。次に上部斜面全体(図5、青色部)での傾斜分布を図6に示す。熊野は栗平よりも四分位範囲が明らかに大きく、傾斜のばらつきが大きいことが示された。このばらつきが大きさが重力変形の進行とそれによる微地形の発達を示すと考えられる。これを受けて、全ての地区における崩壊地上部斜面の傾斜分布を解析した結果を図7に示す。上部斜面の二次的土砂移動が見られた地区については、図の左から移動速度の大きい順に並べてある。最も移動の少ない白川右を除いて、熊野と栗平での検討と同様、移動の見られた場所では傾斜分布の四分位範囲が大きく、小崖などの微地形が発達していることが示され、移動の見られなかった場所ではその逆の結果が得られた。以上の結果から、上部斜面の二次的土砂移動が見られた地区では以前から重力変形がより進行しており、二次的土砂移動が比較的起こりやすい状態となっていたことが示唆された。

謝辞

DEM データおよび航空写真を提供いただいた林野庁近畿中国森林管理局、国交省金沢河川国道事務所、国土交通省近畿地方整備局に謝意を表す。

参考文献

千木良雅弘(2013):「深層崩壊 どこが崩れるのか」第2章 深層崩壊予測の可能性(2011年紀伊山地), 近未来社, p.37-74.

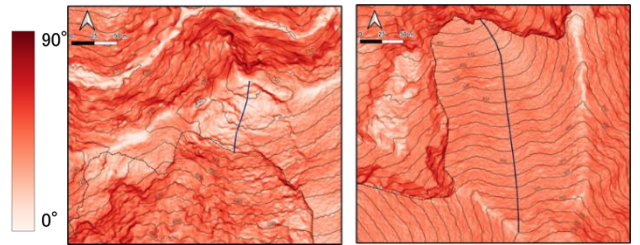


図3 崩壊地上部斜面の傾斜

左:熊野(移動有)、右:栗平(移動無)

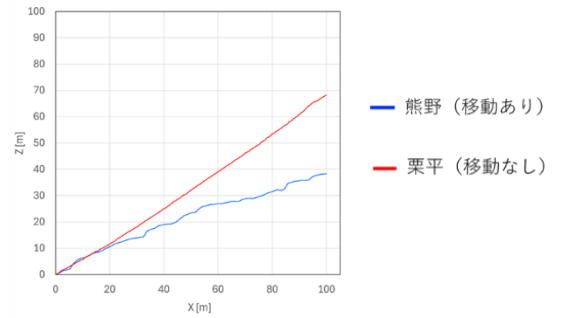


図4 崩壊地上部斜面の断面図

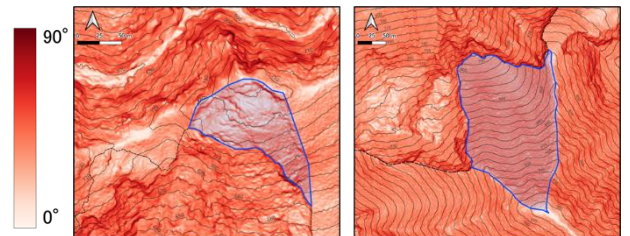


図5 傾斜分布計算範囲

左:熊野(移動有)、右:栗平(移動無)

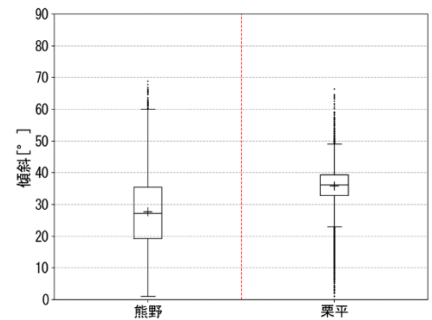


図6 崩壊地上部斜面の傾斜分布

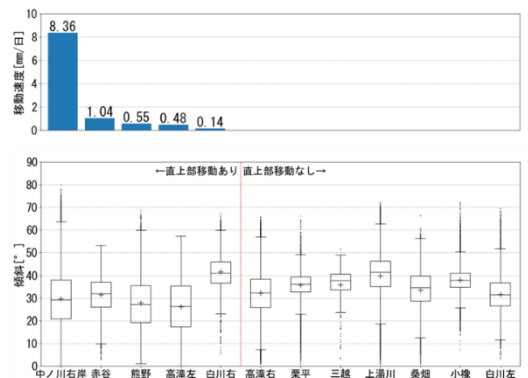


図7 上:平均土砂移動速度

下:上部斜面の傾斜分布