

2014年広島豪雨による土砂災害の地質規制

Geological control of landslides induced by the 2014 Hiroshima rainstorm

千木良雅弘*・松四雄騎*・鄒 青穎*・渡壁卓磨*

*京都大学防災研究所

Masahiro Chigira, Yuki Matsushi, Ching-Ying Tsou, Takuma Watakabe

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. はじめに

2014年8月20日の集中豪雨によって、広島市安佐北区と安佐南区で多くの崩壊・土石流が発生し、その結果、74人の犠牲者を含む甚大な災害が引き起こされた。筆者らは、災害当日のヘリからの観察、現地調査、空中レーザ計測データ（詳細DEM）を用いた地形解析を行った。その結果、崩壊・土石流は極めて狭い範囲に集中して発生したことがわかった（図1）。土石流のほとんどは、最上部に崩壊を持ち、それが流下するに従って体積を増加したものと判断される。崩壊・土石流は、北東-南西に伸びる幅3km、長さ12kmの範囲に140個以上発生した。崩壊の発生密度は1kmあたり最大30か所であった。崩壊密度の高い領域は3時間当たりの雨量が150mm以上の領域とほぼ一致している。

2. 地形と地質

被災地には、中央を太田川が南北に流れ、その東側に北東-南西方向に長い高松山（338.7m）があり、その南東側は細長い低地を隔てて白木山から南西に伸びる山稜となっている。太田川の西側にやはり北東-南西方向の阿武山（585.9m）-権現山（396.8m）の山稜がある。高松山と阿武山-権現山から流下する沢の出口には傾斜 10° ～ 14° 程度の沖積錐が発達している。これらの山体に崩壊・土石流が発生し、その下方の沖積錐の上にある家屋が被災した。詳細DEM傾斜図から観察される斜面の地形は、後述するように地質と密接な関係を持っている。すなわち、地質が地形に現れているところが多い。

調査地の地質は、丹波帯の堆積岩、その上に載る高田流紋岩類、それらを貫く白亜紀の花崗岩類および貫入岩類で構成されている。堆積岩は、花崗岩の接触変成作用によってホルンフェルス化している。ホルンフェルスは、阿武山から北に分布し、その山稜付近ではナイフで切れる程度にまで強く風化している場合が多いが、低標高部の沢沿いでは極めて硬質である。高田流紋岩は、高松山の南東方の山地に分布している。花崗岩類は、高松山、阿武



図1 地質と斜面崩壊の空間分布。地質境界は5mメッシュ地形モデルの地上開口度と傾斜のパターンに基づき推定した。Aはその例。背景には20万分の1シームレス地質図を使用。

山南側から権現山に広く分布している。花崗岩類には、中粒（一部粗粒）の花崗岩と細粒の花崗岩が認められ、前者には、低標高部の新鮮部ではシーティングが発達し、高標高部ではマイクロシーティングが発達するが多い。後者は一般的に風化に対する抵抗力が高く、権現山北方の山稜頂部でマサ化している以外、高標高部でも硬質の岩塊をなすことが多い。貫入岩類としては、花崗斑岩、石英斑岩、石英閃緑斑岩、珪長岩が認められ、これらはほとんどの場合幅10m以下で、北東-南西方向あるいは北西-南東方向の岩脈として産出する。

航空レーザー計測による1mメッシュのDEMから作成した傾斜図などによれば、上記の地質の違いは地形に明瞭に現れている。ホルンフェルス地域はガリーの少ない滑らかな地表面を示し、細粒花崗岩や花崗斑岩は急傾斜で凹凸の多い地表面を示している。中粒花崗岩の新鮮な部分にはシーティングが発達し急斜面を成しており、マイクロシーティング発達域は比較的滑らかな地表面を示している。

調査地の地質構造では、北東-南西方向および、北西-南東方向の構造が卓越している。特に、北東-南西方向の断層破碎帯が高松山の南東側の低地で認められ、それは南西の阿武山山体の麓の太田川右岸に沿って延びていると推定される。また、権現山の南東側流域では、北東-南西方向の節理に沿って粘土細脈がしばしば認められ、また、沢がそれに沿って直線的な形態を成す箇所がしばしば認められる。

3. 崩壊・土石流のタイプと地質

崩壊には主に3つのタイプが認められた（図2）。一つは、平板状の崩壊であり、深さ1m内外で薄い板状の土層の崩壊である。次に、噴出孔状の崩壊で、斜面内部から水が噴出して穴が開いたような形態の崩壊で

ある。その崩壊内部の底部には細粒分が少なく隙間の多い岩片集合部が見られる。次に、細長く楔状の横断面を示す崩壊で、これは谷の傾斜方向に長い崩壊で、片側を谷方向の断層あるいは節理に区切られていることが多い。

花崗岩地域の崩壊には平板状の崩壊が多く、細粒花崗岩地域の場合、楔状の崩壊もしばしばみられる。特に高松山では楔状の崩壊が多い。平板状の崩壊の場合、マイクロシーティングの発達した中粒-粗粒花崗岩の表層に形成された土層の崩壊が多く、また、細粒花崗岩の岩片と真砂土の混合土層の崩壊が認められた。また、阿武山山頂の南西側では北西-南東方向の花崗斑岩の岩脈沿いに平板状の崩壊が並び、これらは花崗斑岩の岩片と真砂土の混合物の崩壊であった。

花崗岩地域の土石流は、流路に堆積していた真砂土を掘り込んで体積を増していた。特に、被害の大きかった八木3丁目（県営住宅上方）の沢では、低標高部の沢沿いにシーティングの発達した岩盤が露出し、シーティングと高角節理で分離された大岩塊がゆるんでおり、それが土石流に巻き込まれたと推定される。シーティングの発達した新鮮な中粒花崗岩が沢沿いに広く露出しているのは、八木3丁目の沢と緑井8丁目の上部の沢であり、それよりも南の沢では、沢に中粒花崗岩が露出する場合もマイクロシーティングが発達している場合が多く、緩んだ大岩塊

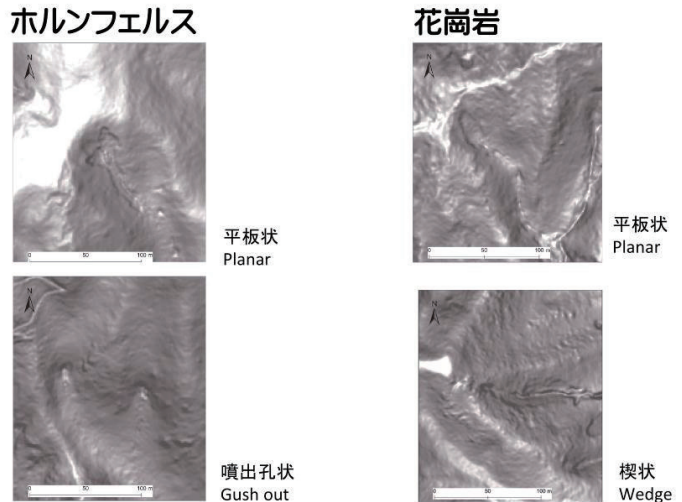


図2 花崗岩地域とホルンフェルス地域の代表的な崩壊形態。1mメッシュのDEMから作成した傾斜図。

は少ない。これらの沢で土石流に含まれる岩塊の多くは、細粒花崗岩であった。

ホルンフェルス地域の崩壊には、噴出孔型の崩壊が非常に多かった。また、阿武山から北に延びる稜線などの高標高部では、強く風化したホルンフェルスに由来する土層の平板状崩壊が認められた。この場合、粘着質の土を主体とし、ホルンフェルス岩片をかなり含む場合とほとんど含まない場合があった。

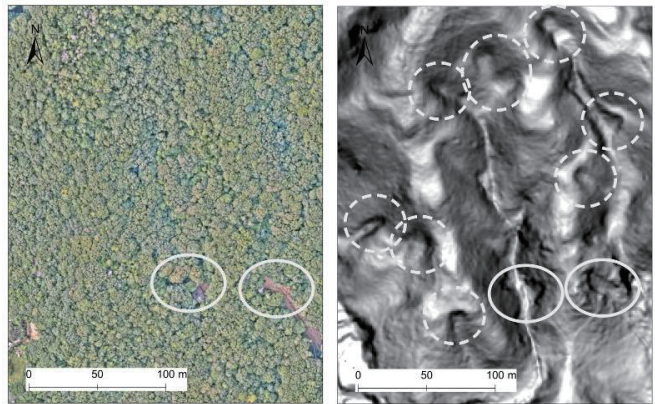


図3 デジタル画像と詳細DEMによる傾斜図。実線丸は新しい崩壊を示し、点線丸は古い崩壊を示す。

4. 古い崩壊

詳細DEMからは、今回の崩壊以外に古い崩壊の痕跡を示す地形が多数認められた(図3)。崩壊のタイプ別の分布調査はまだ作業途中であるが、安佐南区では図4の通りである。花崗岩地域では、最も多い平板状の崩壊は、新しいものが90箇所、古いものが107箇所ほぼ同数である。噴出孔型の崩壊は、ホルンフェルス地域に圧倒的に多く、また、新しいものが43か所であるのに対して、古いものは3か所のみと少なかった。

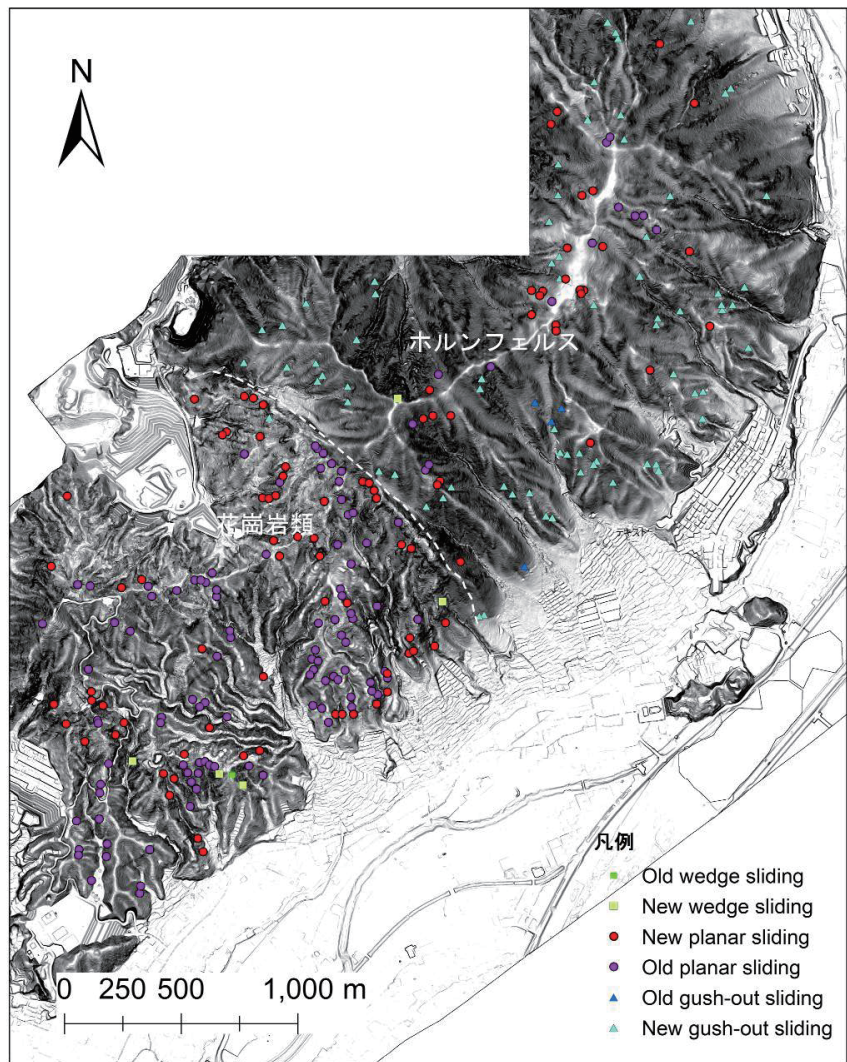


図4 安佐南区の崩壊の分布

5. おわりに

2014年8月20日の豪雨によって発生した広島市の崩壊の調査を行った。崩壊は、3時間雨量が150mm以上の範囲、また、主に花崗岩地域とホルンフェルス地域に集中して発生した。特に被害の大きかった八木3丁目の県営住宅の沢では、上流部で発生した崩壊土砂が土石流となり、下流部の花崗岩大岩塊を巻き込んで破壊力を増加したものと判断される。巻き込まれた岩塊は、シーティングと高角節理によって緩んだ中粒花崗岩であった。緑井8丁目の沢の上部の支沢でも、同様に緩んだ中粒花崗岩の大岩塊が土石流に巻き込まれていた。これら以外の花崗岩地域の沢では、多くの場合、大岩塊は細粒花崗岩であった。花崗岩地域では表層の平板状の崩壊が多かったのに対して、ホルンフェルス地域では、阿武山北方の尾根沿いを除いて、水が噴出して発生したと考えられる崩壊が多く認めら