

白亜紀防府花崗岩体で発生した土石流の分布と性状

大川侑里*・金折裕司*・今岡照喜*

要旨

「平成21年7月中国・九州北部豪雨」によって、後期白亜紀防府花崗岩体の分布する防府市北部と山口市中部では土石流が多発し、防府市で14名の犠牲者が出た。防府市北部では、平成5年にも大雨に伴って土石流が発生し、5名の犠牲者が出た。本報告では、平成21年の豪雨で発生した土石流の分布と性状を詳細に記載するとともに、平成5年の土石流の分布と比較する。平成21年に発生した土石流の源頭部は、524か所中478か所が防府花崗岩体に位置する。防府花崗岩体は岩相によって、粗粒黒雲母花崗岩、中粒黒雲母花崗岩、細粒黒雲母花崗岩および花崗閃緑岩に分けられる。単位面積あたりの土石流源頭部の数は、粗粒黒雲母花崗岩で最も多く5.5個/km²、その他の岩相ではその約1/2以下であった。一方、平成5年では130か所のうち109か所が中粒黒雲母花崗岩と粗粒黒雲母花崗岩であった。1kmメッシュの起伏量と源頭部の関係は、平成21年と平成5年のいずれの土石流も源頭部は起伏量が201~250mの区域に集中する。500mメッシュの接峰面図に基づくと平成21年と平成5年の源頭部はそれぞれ201~250mと101~150mに最頻値を持つ。

Key words: 花崗岩 granite, 集中豪雨 heavy rainstorm, 土石流 debris flow, 地形起伏量 topographic relief

1. はじめに

花崗岩類の分布地域ではこれまでも、豪雨に伴って斜面崩壊や土石流などの土砂災害が発生して、深刻な被害が生じている。代表的な例として、昭和47年愛知県旧小原村、平成11年広島市、平成15年福岡県飯塚市三郡山における災害が挙げられる。昭和47年愛知県旧小原村の災害では、岩相の違いによる崩壊発生密度の差が定量的に検討されている¹⁾。平成11年広島市では、CHIGIRA²⁾によって花崗岩中のマイクロシーティングと崩壊との成因的關係が明らかにされた。平成15年福岡県飯塚市三郡山を中心とした土砂災害においては、花崗岩類の種類と崩壊形態との關係が明らかにされた³⁾。

平成21年7月21日には、「平成21年7月中国・九州北部豪雨」⁴⁾に伴って、主として後期白亜紀防府花崗岩体の分布する防府市北部と山口市中部を中心とした地域で大規模な土石流が多発した。この地域の南部では、平成5年8月2日にも土石流が発生し、被害が出ている^{5),6)}。

平成21年に発生したこの土石流に関しては、福岡ほか⁷⁾が速報で地質との関連性や特別養護老人ホーム「高砂」での被害について触れたほか、海堀⁸⁾は誘因となった豪雨の降水量について報告している。大川ほか⁹⁾は地形・地質調

査に基づいて発生メカニズムを予察している。山口県¹⁰⁾は検討委員会を組織して災害の発生原因を究明するとともに、今後の対策工法および早期避難支援について報告している。しかしながら、これらの報告では平成21年の土石流について、分布や性状および地形・地質との関連性について、十分には検討されていない。本調査地では、土石流が流出した多くの沢で被覆層が削剝され、基盤が露出した。これによって、防府花崗岩体の岩相や相互關係の詳細な調査が可能となった。

本報告では、平成21年に防府市と山口市で発生した土石流の分布と性状を詳細に記載するとともに、平成5年に防府市で発生した土石流の分布と比較することによってその特性を述べる。

2. 被害の概要

平成21年7月21日明け方から山口県では集中豪雨に見舞われ、防府市では午前9時に時間降水量63.5mm、7月19日から21日までに72時間降水量332mmをそれぞれ記録した。表-1にこの豪雨に伴って発生した被害の概要を示す¹⁰⁾。このうち土石流の発生は両市をあわせて66か所に及んだ。防府市では、特別養護老人ホーム「高砂」での6名を含む14名の犠牲者が出た。気象庁は7月19日から26日の中国地方および九州地方で発生した豪雨を「平成21年7月中国・九州北部豪雨」と命名した⁹⁾。また、内閣府は、この豪雨を

* 山口大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

挟んで平成21年6月9日から8月2日までの間の豪雨で発生した災害を激甚災害に指定した¹¹⁾。

3. 地質と土石流の分布

3.1 地質と岩石の概要

後期白亜紀の防府花崗岩体は、山口県防府市から山口・宇部両市にかけて分布し、南北33km、東西48kmの広がりをもつパソリスをなしている。西南日本内帯における白亜紀-古第三紀花崗岩の帯状配列のなかでは山陽帯に位置し、イルメナイト系列の花崗岩である^{12),13)}。この花崗岩体の周辺には周防変成岩や石英斑岩、花崗閃緑斑岩が分布する。防府花崗岩体は周防変成岩に貫入し、石英斑岩・花崗閃緑斑岩に貫入される¹⁴⁾。花崗閃緑斑岩は山口コールドロンの環状岩脈をなすものである¹⁵⁾。

周防変成岩は、調査地域東部の大平山付近に分布するほか、中央部の山口尾などにルーフペンダントとして小規模に分布する。片理面は緩やかな北傾斜を示し、泥質片岩を主体とした岩石で、防府花崗岩体の貫入によって接触変成作用を受けている。

現地調査をもとに、構成鉱物の粒度や岩質の違いによって、防府花崗岩体を粗粒黒雲母花崗岩・中粒黒雲母花崗岩・細粒黒雲母花崗岩・花崗閃緑岩に分類した。写真-1にそれぞれのスラブ写真を示す。これらの相互関係は、粗粒黒雲母花崗岩を中粒黒雲母花崗岩が貫き、それらを花崗閃緑岩が貫き、最後に細粒黒雲母花崗岩が貫入している。さらに、これらは岩脈類に貫かれる。花崗閃緑岩と中粒黒雲母花崗岩との直接の接触部は確認できなかったが、野外では両者が急激に移り変わることで中粒黒雲母花崗岩は接触部付近においても全く岩相変化が認められないが、花崗閃緑岩は接触部付近でやや細粒となることから花崗閃緑岩が中粒黒雲母花崗岩に貫入したと考えられる¹⁴⁾。

粗粒黒雲母花崗岩は調査地域南西部の楞巖寺山から山口尾にかけて分布し、中粒黒雲母花崗岩よりも構造的上位に位置する。主要構成鉱物の粒径は、主として3~5mmであるが、1~15mmと幅広い粒径を持つことで特徴づけられる。

中粒黒雲母花崗岩は佐波川を挟んで両側に広く分布し、その西側では粗粒黒雲母花崗岩を取り巻くように分布する。粒径は1~3mmに集中している。

細粒黒雲母花崗岩は調査地域全域に小規模で点在し、すべての岩相に貫入している。粒径は1mm以下で、主として0.25~0.50mmである。

表-1 「平成21年7月中国・九州北部豪雨」による防府市と山口市の被害状況¹⁰⁾

区分	人的被害			住居被害(棟)					土砂災害(箇所)		
	死者	行方不明者	重傷者	全壊	半壊	一部損壊	床上水	床下浸水	崖崩れ	土石流	地滑り
防府市	14	0	12	30	61	2	111	1,012	31	53	0
山口市	0	0	0	2	9	0	412	1,561	7	13	0

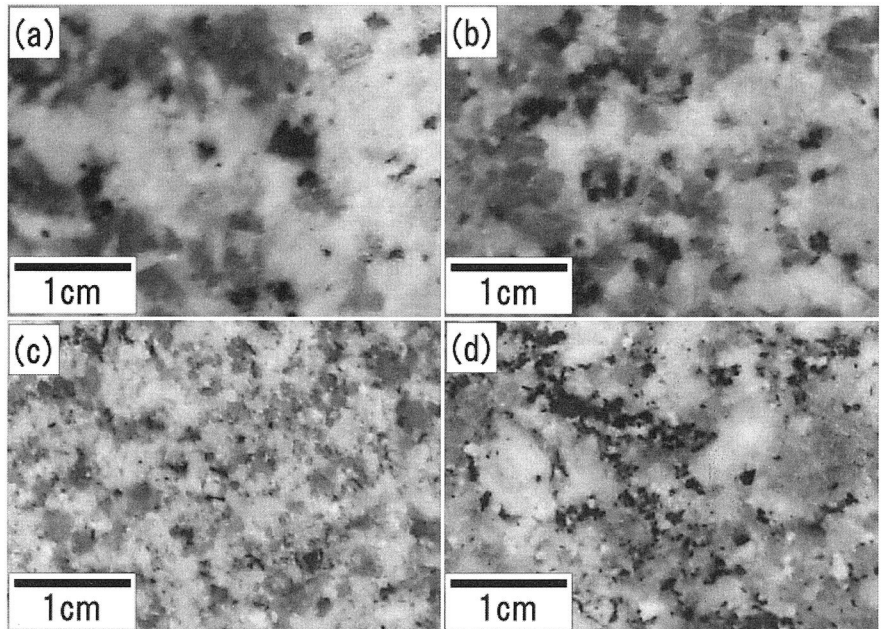


写真-1 防府花崗岩体の各岩相のスラブ写真

(a)粗粒花崗岩 (b)中粒花崗岩 (c)細粒花崗岩 (d)花崗閃緑岩

花崗閃緑岩は佐波川東部の矢筈ヶ岳周辺に分布し、中粒黒雲母花崗岩の上位にシート状に載る。粒径は中粒黒雲母花崗岩とほぼ同じで、主として2mm以下であるが、有色鉱物が多いことで特徴づけられる。

3.1.1 風化分帯

表-2にこの調査で使用した風化分帯の基準を示す。この表は基本的に、木宮¹⁶⁾の分帯基準に基づいているが、木宮のマサAとマサBを一括してマサ状風化花崗岩とした。さらに、シーティング節理の有無および発達度を加えた。マサ状風化花崗岩の厚さは細粒黒雲母花崗岩、中粒黒雲母花崗岩、粗粒黒雲母花崗岩の順に厚くなることを確認できた。

3.2 土石流の分布

図-1に平成21年と平成5年の土石流の分布を示す。黒色と灰色で示した土石流は、国土交通省¹⁷⁾によって空中写真判読されたものであり、そのうち黒色で示したものは、筆者らが実際に現地調査で確認した土石流である。また、白抜きのは、平成5年に発生した土石流である。

平成21年の土石流は、この地域を流れる大部分の小河川と溪流で発生している。佐波川の北西側では主として中粒黒雲母花崗岩とその上部に粗粒黒雲母花崗岩が分布している。調査地域中央部から南へ流れる佐波川支流の剣川では、土石流が国道262号へ流れ込み、国道沿いの家屋や通行中の車両を巻き込みながら流下した。剣川の土石流の流下した距離は、上流の源頭部(崩壊域の頂部)から堆積域まで約

表-2 現地調査で用いた花崗岩の風化分帯基準 基本的には木宮¹⁸⁾に基づき、シーティング節理に関する記述を追加した。

風化分帯	野外での特徴
マサ状風化花崗岩	全粘土が一様に風化している。風化花崗岩の風化は、B節理を呈し、砂状を呈する。認められない。
風化花崗岩 B	長石は指し、黒雲母は茶褐色の連続した砂状部分に移す。節理面は剥離している。節理面が剥離している。岩塊は認められない。
風化花崗岩 A	黒雲母は茶褐色の連続した砂状部分に移す。節理面は剥離している。節理面が剥離している。岩塊は認められない。
花崗岩 B	黒雲母は茶褐色の連続した砂状部分に移す。節理面は剥離している。節理面が剥離している。岩塊は認められない。

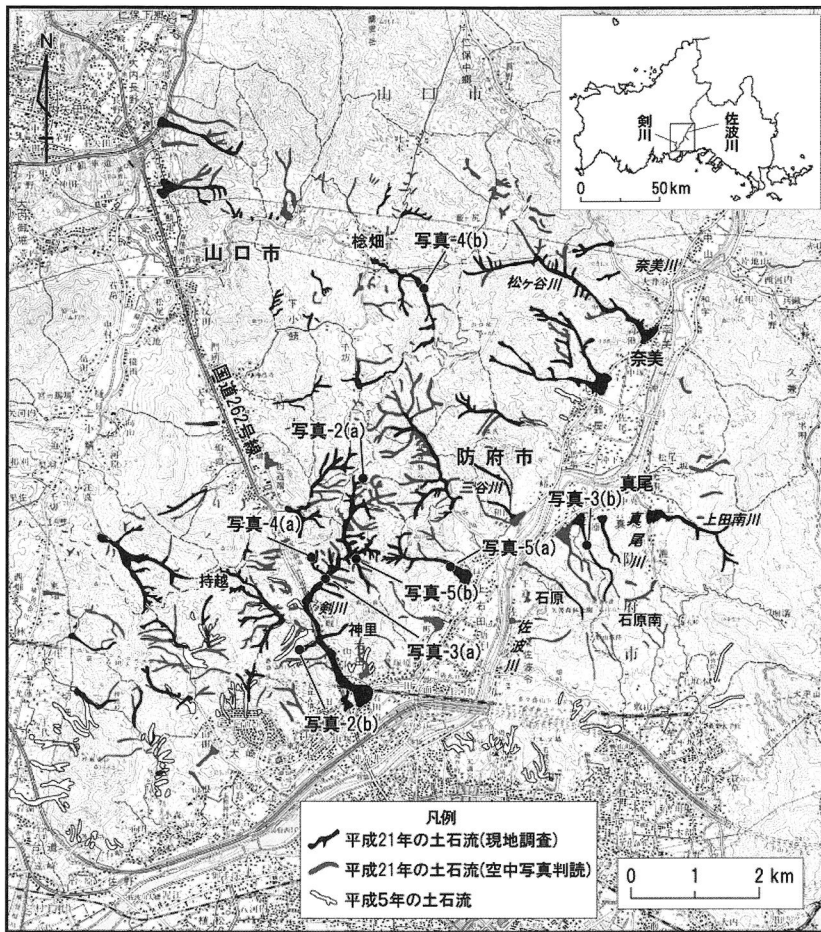


図-1 「平成21年7月中国・九州北部豪雨」で発生した土石流と平成5年に発生した土石流の分布(国土地理院発行5万分の1地形図『防府』の一部に加筆) 現地調査を実施した土石流を黒色で示した。この図には写真-1～4の撮影位置を示す。

4.5kmに達し、平成21年に発生した土石流の中で最長であった。そこではいくつもの斜面崩壊から供給された土砂が合流し、大規模な土石流となって流下している。

調査地域北東部の奈美地区を流れる松ヶ谷川でも、小規模な斜面崩壊や土石流が合流して下流の民家に被害を出した。これら土石流の発生跡は樹枝状を呈していることで特徴づけられる。

一方、佐波川の南東側では中粒黒雲母花崗岩とその上部

に花崗閃緑岩が分布している。この地域では合流する斜面崩壊や土石流は比較的少なく、個別に流れたことを示す土石流の発生パターンが認められる。さらに詳しく見ると、真尾を流れる上田南川では、5か所の源頭部を持つ斜面崩壊から土石流が供給され、特別養護老人ホーム「高砂」へ流れ込んだ。石原でも、2～3か所の源頭部を持つ土石流が流下し、麓にあった民家に被害が出ている。一方、平成5年の土石流の源頭部は130か所あり、そのうち109か所が粗粒黒雲母花崗岩と中粒黒雲母花崗岩の分布地域であった。また、調査地域の南部に集中しており、平成21年の土石流の移動域と重複するものも認められた。

3.3 岩相と源頭部

平成21年に発生した土石流の源頭部は524か所にのぼり、そのうち478か所が防府花崗岩体の分布域にあり、全体の9割以上を占める。

地質図に源頭部の位置を重ねて図-2に示す。源頭部は南西部の楞巖寺山周辺から東部の山口尾周辺にかけて、NE-SW方向に分布する粗粒黒雲母花崗岩に集中する。さらに、それを取り囲む中粒黒雲母花崗岩にも源頭部が数多く確認できる。

図-3(a)と(b)に、平成21年および平成5年における花崗岩類の岩相別の源頭部の数と調査地域における各岩相の単位面積あたりの源頭部の数を示す。平成21年は粗粒黒雲母花崗岩で232か所、中粒黒雲母花崗岩は202か所、細粒黒雲母花崗岩は41か所である(図-3(a))。平成5年では、粗粒黒雲母花崗岩47か所、中粒黒雲母花崗岩62か所、細粒黒雲母花崗岩17か所である。単位面積あたりの源頭部の数は、平成21年は粗粒黒雲母花崗岩が5.5個/km²、中粒黒雲母花

崗岩で2.8個/km²、花崗閃緑岩が2.4個/km²、細粒黒雲母花崗岩で1.9個/km²の順である(図-3(b)). 平成5年では粗粒黒雲母花崗岩1.1個/km²、中粒黒雲母花崗岩0.85個/km²、細粒黒雲母花崗岩0.80個/km²となった. このことから、調査地域の土石流は花崗岩類のうち、とくに粗粒黒雲母花崗岩に数多く発生していることがわかる. これは、粗粒黒雲母花崗岩がその他の岩相に比べて粒径が大きく、粒

内割れ目も多く、マサ状風化花崗岩の層が厚いためと考えられる.

4. 地形と土石流

4.1 起伏量と源頭部

図-4には1 km×1 kmメッシュに区切って100mごとに起伏量を示すとともに、平成21年と平成5年の土石流の源頭部の位置を示す.

起伏量は大平山と矢筈ヶ岳山頂付近およびその北方で最大であり、400mを越える. 次に、右田ヶ岳の周囲と楞巖寺山山頂付近で301~400mである. 全体的にみると、201~300mの区域に源頭部が多くみられる.

さらに、詳しく検討するために図-5に起伏量50mごとの源頭部数を示す. 平成21年の土石流では201~250mに顕著なピークがあり、151~200m、251~300mに続いて351~400mに弱いピークが認められる. 平成5年の土石流でも同様にピークが201~250mにある. このことから、平成21年と平成5年のいずれの土石流も主として、起伏量201~250mの区域に源頭部を持つことがわかる. これは、起伏が大きいとマサ状風化花崗岩が次々と削剥されてしまい、範囲としても少なくなるのに対して、起伏が小さい場合には削剥量が少ないため、起伏の緩い範囲が広がったためと考えられる.

4.2 接峰面図と源頭部

図-6に500m×500mメッシュで作成した接峰面図と平成21年および平成5年の源頭部の位置を示す. この図を見ると、源頭部の位置は接峰面図上の200~300mの等高線およびその周辺に分布していることがわかる.

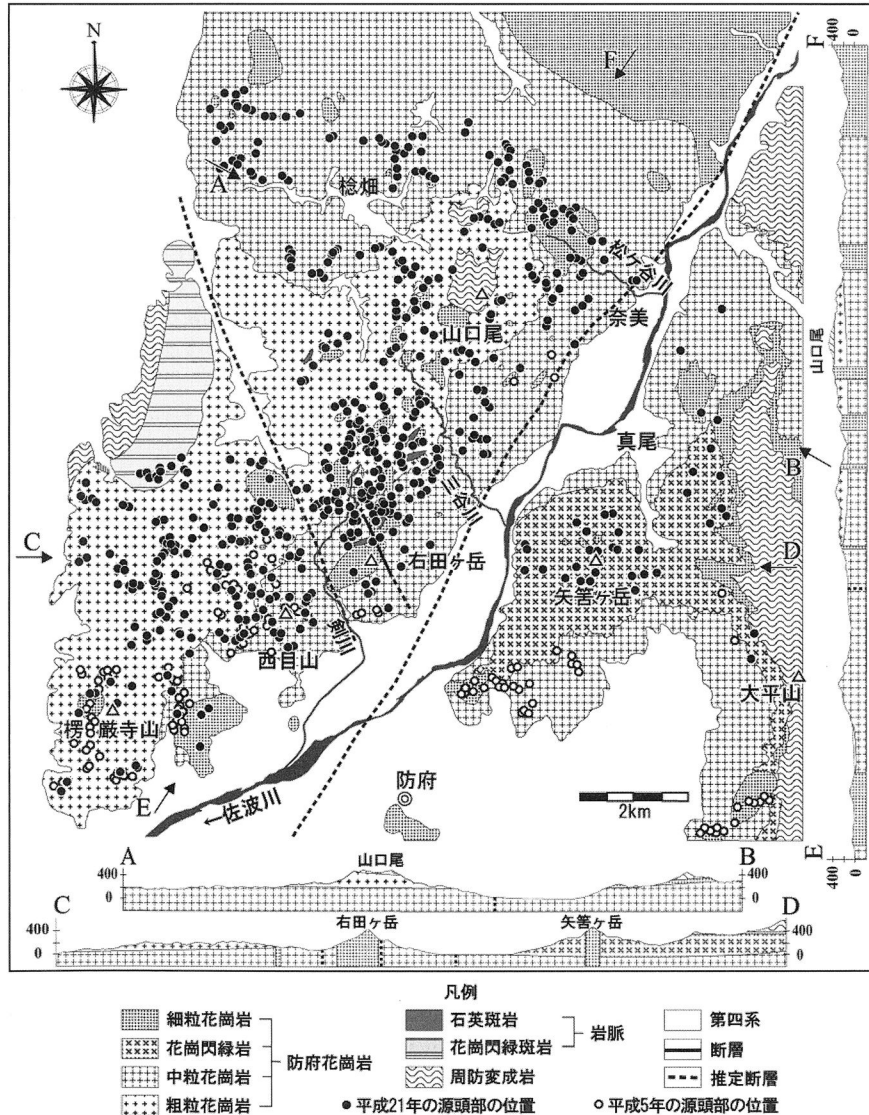


図-2 防府市北部から山口市中部にかけての地域の地質図と地質断面図
地質図には平成21年と平成5年の土石流の源頭部をプロットしている. 地質図のアルファベットは断面図の位置を示す.

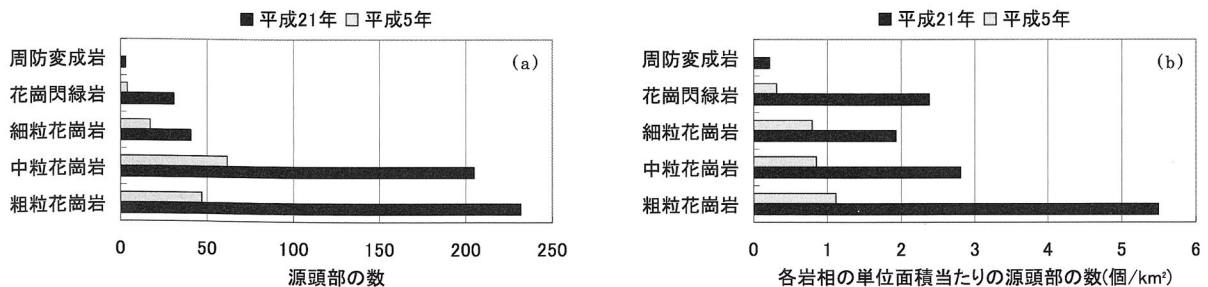


図-3 平成21年および平成5年における(a)岩相別の源頭部の個数と(b)単位面積あたりの源頭部の個数
各岩相の分布面積は点格子法¹⁸⁾により求めた.

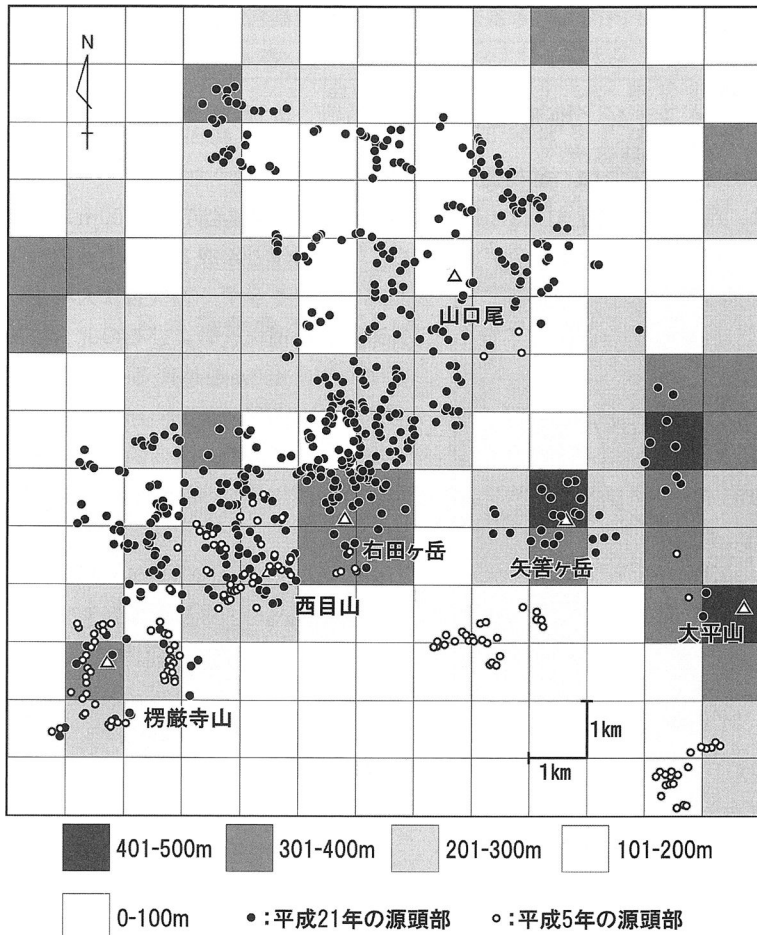


図-4 1 km×1 kmメッシュの起伏量と源頭部の位置



図-6 500m×500mメッシュ接峰面図と源頭部の位置

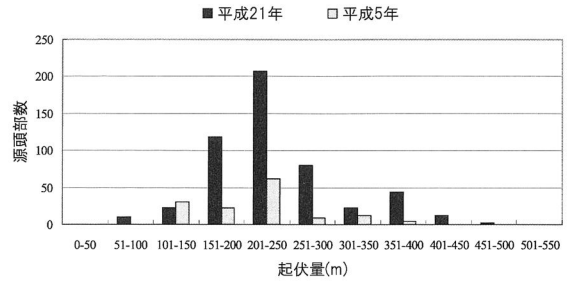


図-5 起伏量100mごとの源頭部の個数

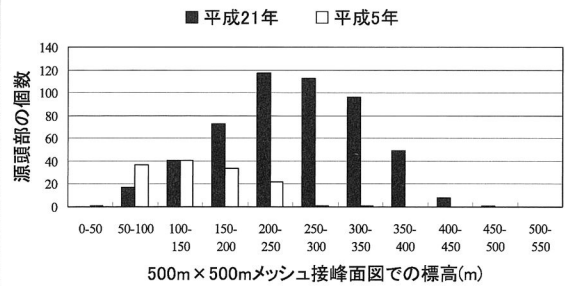


図-7 接峰面図での標高50mごとの源頭部の個数

図-7に接峰面高度50mごとの源頭部数を示す。平成21年の源頭部は201~250mで最も多く、それを挟んで51~500mまで上に凸型の幅広い分布を示す。一方、平成5年の源頭部は101~150mに最も多く、0~300mまで緩い上に凸型の分布を示す。全体的に源頭部の接峰面硬度は平成21年の方が平成5年より高くなっている。山口県防府土木建築事務所¹⁹⁾によると、平成5年の雨量分布は、平成21年の雨量分布と比べると市街地南方にその中心があった。このため、崩壊を引き起こす降雨が低い標高の地域に降ったためにこのような差が起きた可能性がある。

5. 土石流の性状

図-8に土石流の模式的断面図を示す。ここでは土石流の発生場と堆積学的特徴から、崩壊域(勾配が30°以上)、移動域(5°以上30°未満)および堆積域(5°未満)に分けることができる。崩壊域の頂部は土石流の源頭部となっていることが多い。移動域の一部では、過去の土石流発生を示す古い土石流堆積物が厚く堆積していることが確認された。以下にそれぞれの特徴を示す代表的な例を記載する。

5.1 源頭部(崩壊域の頂部)

写真-2(a)は粗粒黒雲母花崗岩分布域に認められる源頭部の近接写真である。崩壊発生後の斜面には風化花崗岩Bが露出しており、その上位を覆っていたマサ状風化花崗岩または崖錐堆積物との境界で崩壊が発生したことがわかる。さらに、マサ状風化花崗岩および崖錐堆積物の下位と、風化花

崗岩Bとの境界付近にパイピングホールが認められる。崩壊の下位に斜面に沿って押し倒された灌木が認められ、この部分ではほとんど崩壊が起きていない。

写真-2(b)は中粒黒雲母花崗岩の源頭部を含む土石流上部である。源頭部のさらに上位や、土石流堆積物中に崩落したコラストーンが認められる。これらのコラストーンは数十cmから大きいもので2mを超える。

5.2 古い土石流堆積物の性状と移動域

地形の遷緩線よりも下位には、古い土石流堆積物が厚く堆積している。今回発生した土石流によって、これらの堆積物が削剥され、剣川本流の随所でその堆積断面が現れた。

写真-3(a)に国道262号線から北東約1km上流の地域で観察される厚い古い土石流堆積物の例を示す。

ここでは古い土石流堆積物の逆級化を示す堆積構造から、過去に少なくとも3回の土石流イベントがあったことが確

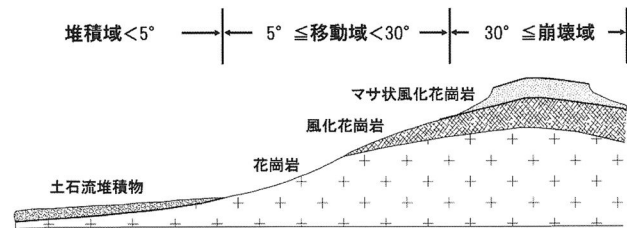


図-8 土石流の模式断面図



写真-2 (a)粗粒花崗岩で発生した土石流の源頭部 崩壊後の斜面には風化花崗岩Bの露出が認められ、その上位にはパイピングホールが発達する。破線は風化花崗岩Bとマサ状風化花崗岩との境界を示す。

(b)中粒花崗岩で発生した土石流の源頭部 源頭部のさらに上位にコラストーンが認められる。



写真-3 移動域にみられる旧土石流の堆積断面 (a)剣川, (b)石原 矢印は土石流イベントを示す。

認された。

写真-3(b)に石原地区での古い土石流堆積物の堆積断面を示す。ここでは厚さ5m以上におよび、堆積物中には1mを超えるような巨礫が含まれている。

移動域には大きく分けて、2つのタイプが存在する。多量のマサや古い土石流堆積物が削剥されてU字状を呈するものと、それらがほとんどすべて削剥され平板状に岩盤が露出するものである。

写真-4(a)は多量のマサや古い土石流堆積物が削剥されているU字状の移動域の例である。この例は剣川支流の上流域で削剥部の底には粗粒の風化花崗岩Bが現れており、両側には削剥を免れたマサ状風化花崗岩または古い土石流堆積物が認められる。写真-4(b)では中粒の花崗岩Bの基盤が直接現れており、その上位の古い土石流堆積物がすべて削剥されている。ここでは、花崗岩Bの上位を直接古い土石流堆積物が覆っており、風化花崗岩とマサを欠くことから常に土石流の移動域となり、河床堆積物が流出したことがわかる。

5.3 堆積域

河床勾配が5°未満になったところや、急な湾曲部には土砂や礫が厚く堆積している。写真-5(a)は堆積域の一例である。写真左側が土石流堆積物横断方向の西端にあたり、

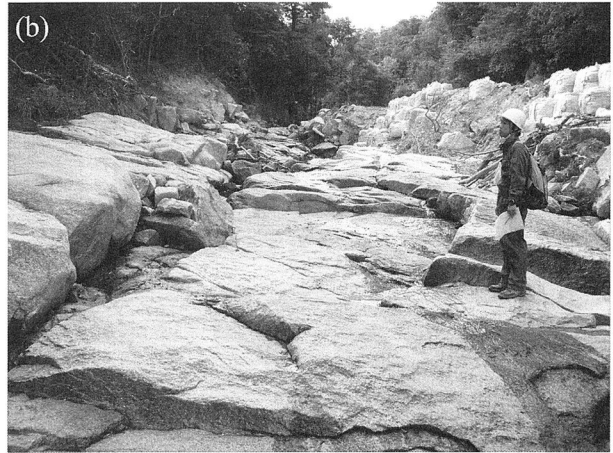


写真-4 移動域の例 (a) 剣川：溪流底には風化花崗岩Bが見られ、両側に削剥を免れたマサや崩積土が残留する。(b) 捻畑：花崗岩Bの基岩が露出し、その上位を直接崩積土が覆う。



写真-5 土石流の堆積域の例 (a) 上右田, (b) 剣川

土石流の中心に近い写真右側よりも巨礫が集中していることがわかる。これは、土石流が流下するときに、土石流の前面と側面に巨礫を集中させていたことを示唆する。

写真-5(b)は剣川の土石流が合流する地点での堆積域の様子である。沢の出口付近の傾斜が緩くなったところには50cm前後の岩が多く堆積している。より大きな岩は上流で堆積し、より小さな石や土砂は下流へ流下した。

6. ま と め

平成21年に発生した土石流の性状と分布を、平成5年の土石流の分布と比較しながら、まとめると以下のようなになる。

(1) 平成21年の土石流の源頭部は、524か所中478か所が防府花崗岩体に位置している。花崗岩の岩相の違いによる源頭部数の違いが顕著であり、粗粒黒雲母花崗岩に最も多く、次に中粒黒雲母花崗岩であり、細粒黒雲母花崗岩の源頭部は少ない。

(2) 平成5年の土石流では、130か所の源頭部のうち、109か所が中粒黒雲母花崗岩と粗粒黒雲母花崗岩の分布地域であった。

(3) 中粒黒雲母花崗岩および粗粒黒雲母花崗岩の分布地域

では、マサ状風化花崗岩と風化花崗岩との境界でパイピングホールが確認された。

(4) 土石流の移動域には、過去の土石流堆積物の断面が出現しており、この地域に繰り返し土石流が発生していたことがわかる。

(5) 起伏量と源頭部の関係に基づくと、平成21年と平成5年のいずれも、起伏量201~300mの区域に源頭部が集中することがわかった。

(6) 500mメッシュの接峰面図の解析から、平成21年と平成5年の土石流の源頭部はそれぞれ接峰面高度201~250mと101~150mにあり、平成21年の方が高標高から発生している。

今後は、本報告では行わなかった斜面や河川勾配、地下水挙動などの視点から研究を行う必要があると考えている。

謝辞 千木良雅弘・京都大学防災研究所教授の調査グループと日本応用地質学会中国四国支部災害調査団のメンバー、および山口地学会夏期巡検参加者には現地調査において有意義な議論をしていただいた。また、山口県総務部危機管理課から災害時の写真の提供を受けた。以上の方々および関係機関に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 戸邊勇人・千木良雅弘・土志田正二(2007): 愛知県旧小原村の風化花崗岩類における崩壊発生密度の岩相間での比較, 応用地質, Vol.48, No.2, pp.66-79.
- 2) CHIGIRA, M. (2001): Micro-sheeting of granite and its relationship with landsliding specifically after the heavy rainstorm in June 1999, Hiroshima Prefecture, Japan, *Engineering Geology*, Vol.59, pp.219-231.
- 3) 正野英憲・盛崎哲明(2005): 花崗岩地域における土石流発生形態—宇美川土石流災害を例にして—, 日本応用地質学会九州支部会報, No.26, pp.2-9.
- 4) 気象庁(2009): 平成21年7月19日から26日に中国地方及び九州北部地方で発生した豪雨の命名について, 平成21年 報道発表資料, 10p.
- 5) 山口県防府土木建築事務所編(1995): 山が崩れた! ~防府市土砂災害~, 23p.
- 6) 高崎善成・田中和広(2007): 花崗岩地域における土石流発生メカニズムの地質学的研究—防府市楞巖寺山における検討—, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp.19-20.
- 7) 福岡浩・山本晴彦・宮田雄一郎・汪発武・王功輝(2009): 平成21年中国・九州北部豪雨による山口県防府市土砂災害, 自然災害科学, Vol.28, No.2, pp.185-201.
- 8) 海堀正博(2010): 平成21年7月21日山口県防府市周辺で発生した土石流災害の誘因について, 第5回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.123-128.
- 9) 大川侑里・金折裕司・今岡照喜(2010): 防府市と山口市で発生した土石流の性状と発生メカニズム, 第5回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.117-122.
- 10) 山口県(2010): 土石流災害対策検討委員会報告書, 平成22年1月, 109p. (<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18500/kentouiinkai/kentouiinkai.html>(2010年5月10日))
- 11) 内閣府(2009): 「平成二十一年六月九日から八月二日までの間の豪雨による災害についての激甚災害およびこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」について, 3p.
- 12) 石原舜三(1980): 花崗岩体と流紋岩, 岩波講座地球科学, Vol.15, pp.105-141.
- 13) IMAOKA, T. and NAKASHIMA, K. (1983): Temporal and spatial variations of magnetic susceptibility of Cretaceous to Neogene igneous rocks from the central and western Chugoku province, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, series C, Vol.8, pp.1-30.
- 14) 山本慎一・今岡照喜・金丸龍夫・田結庄良昭(2006): 山口県中南部, 白亜防府花崗岩バソリスの岩石学的特徴と帯磁率異方性: 貫入・定置機構の解明に向けて, 地球科学, Vol.60, No.5, pp.415-429.
- 15) 武田賢治・今岡照喜(1999): 山口地域の白亜紀環状岩脈とコールドロン, 地質学論集, No.55, pp.199-219.
- 16) 木宮一邦(1975): 花こう岩類の物理学的風化指標としての引張強度—花こう岩の風化・第1報—, 地質学雑誌, Vol.81, pp.349-364.
- 17) 国土交通省(2009): 山口県防府市で発生した山腹崩壊, 土砂流出位置図について, 1p.
- 18) 井上公夫・向山栄(2007): 建設技術者のための地形図判読演習帳 初・中級編, 古今書院, 82p.
- 19) 山口県防府土木建築事務所編(1995): 山が崩れた! ~防府市土砂災害~, 23p.

(2010年10月19日受付, 2011年7月22日受理)

Jour. Japan Soc. Eng. Geol., Vol.52, No.6, pp.248-255, 2012

Distribution and Characteristics of Debris Flows Occurred in the Cretaceous Hofu Granitic Region, Yamaguchi Prefecture

Yuri OKAWA, Yuji KANAORI and Teruyoshi IMAOKA

Abstract

Many debris flows were caused in northern Hofu and central Yamaguchi Cities, Yamaguchi Prefecture by a heavy rain, named the "Heavy Rain in Chugoku and Northern Kyushu of July in 2009" after the Japan Meteorological Agency. Late Cretaceous Hofu granitic body is widely distributed in the debris flow area. Fourteen people were killed in Hofu City by the debris flow. Debris flows were occurred also in northern Hofu City by a heavy rain in 1993, and killed four people. In this report, we describe characteristics and distribution of the 2009 debris flow in detail, and then compare the distribution to that of the 1993 debris flow. Source areas of the 2009 debris flow amount to 524, 478 of which occurred in the Hofu granitic region. From rock facies, the granitic body is tentatively classified into coarse-, medium- and fine-grained biotite granites, and granodiorite. Number of the source area per unit area is the most in the coarse-grained biotite granitic region, with the maximum being calculated to be 5.5/km². The number in the other types of granites is estimated to be less than about one-half of that in the coarse-grained granite. On the other hand, Source areas of the 1993 debris flow amount to 130, 109 of which occurred in the region of medium- and coarse-grained biotite granites. The relationship between the amount of topographic relief of 1 km meshes and the location of the source area indicates that both the 2009 and 1993 debris flows concentrated on the mesh of the elevation interval 201-250 m. Based on the analysis of a summit-level map, the histogram of the 2009 and 1993 debris-flow number have the modes in the elevation interval of 201-250 m and 101-150 m, respectively.

Key words : granite, heavy rain, debris flow, topographic relief