

2. 花崗岩地域における斜面崩壊に係わる誘因としての 雨量と素因としての粘土細脈との関係

Relationship between amount of rainfall and clay veins for slope failures occurred in the granite region

○北川隆司・山本敦(広島大学)・

地下まゆみ(千葉科学大学)・海堀正博(広島大学)

Ryuji KITAGAWA, Atsushi YAMAMOTO, Mayumi JIGE and Masahiro

KAIBORI

1. はじめに

花崗岩地域における斜面崩壊の発生原因として、まだ多くの素因や誘因の問題が残されている。例えば、

花崗岩地域の斜面崩壊は、同じ雨量があった地域で、何故崩壊する斜面と崩壊しない斜面があるのか。

この問題に関して、素因としての地質学的不均質性が考えられる。不均質性に関して、Kitagawa (1989)¹⁾、北川(1999)²⁾は花崗岩にしばしば認められる粘土細脈の存在に着目した。粘土細脈は1mmから数cmの割れ目をうめた熱水性粘土から構成されている(Kitagawa, 1989)¹⁾。この粘土細脈を境として、それより斜面上部は降雨時、地下水面が急速に上昇し、図1に示すように、崩壊が発生し易くなると考えられる。その粘土細脈の走向は斜面の走向に近いほど、その崩壊は発生する可能性が増すであろう(北川ら1995)³⁾。一方、粘土細脈の走向が斜面内部に向かう方向であれば、崩壊する可能性は低くなると推定される。実際、粘土細脈の存在が確認され、崩壊が発生した斜面をモデル化し、粘土細脈が存在する場合と存在しない場合の斜面の最小安全率をシミュレーションした(植田ら、2003)⁴⁾。その結果を図2に示す。図に見られるように、崩壊当日の実際の雨量変化と、それぞれの斜面最小安全率を計算した結果、粘土細脈が認められないと仮定した斜面の最小安全率は、雨の降り始めから止むまで、ほとんど変化が認められなかった。すなわち、この程度の雨では崩壊しないことがわかる。一方、粘土細脈が存在したとして計算すると、ある時間経過後、斜面の最小安全率は1より小さくなった。すなわち、崩壊が発生する可能性を示唆していた。このことは、斜面の地質学的不均質性が、崩壊に係わることにより、同じ雨量であっても崩壊する斜面と崩壊しない斜面が存在する一つの素因となるであろう。

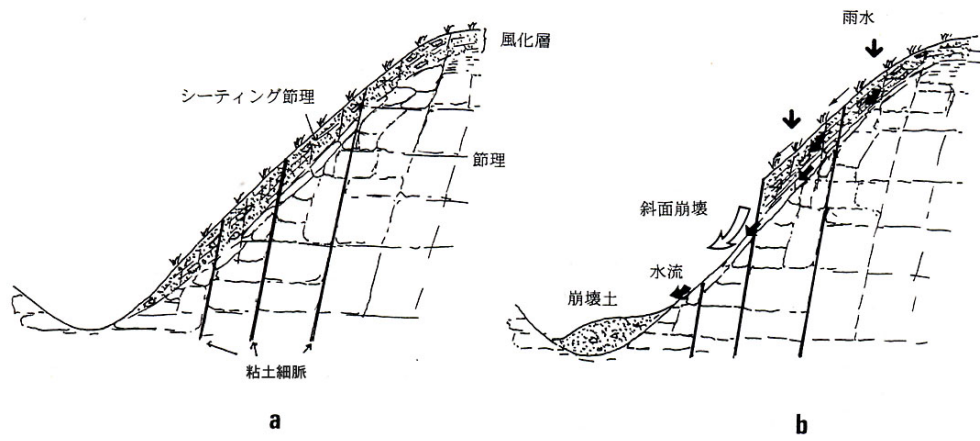


図1 粘土細脈が存在する場合の斜面崩壊

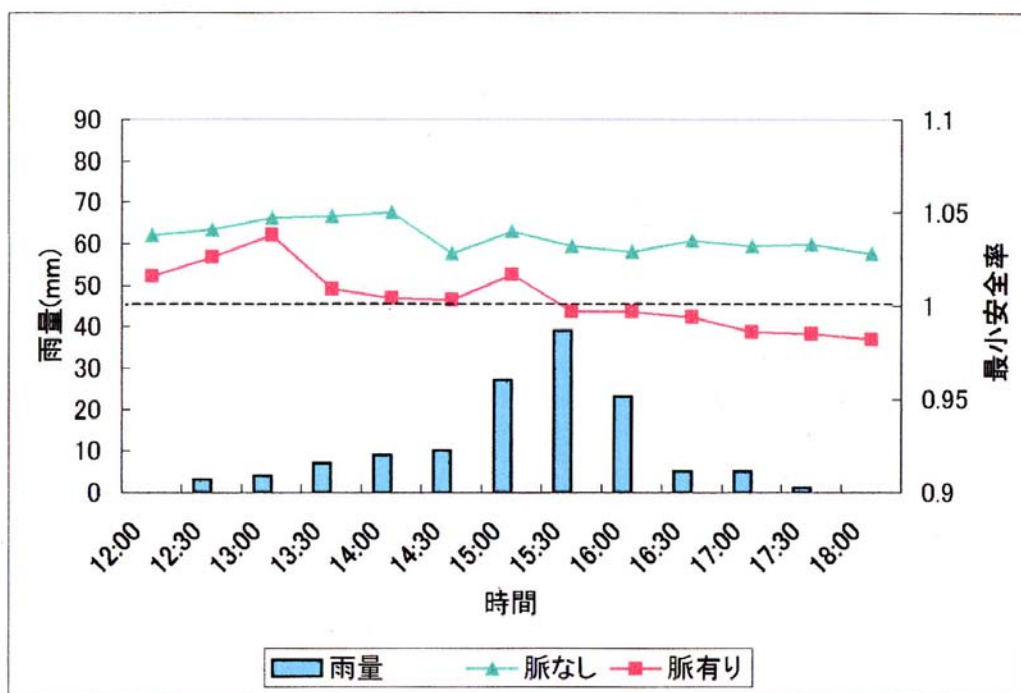


図2 粘土細脈が存在する場合としない場合における時間雨量と最小安全率

また、別の不均質性として考えられるのは、実際に崩壊土砂となる風化斜面の地質

学的不均質性が考えられる。崩壊斜面の両サイドに崩壊から免れた風化花崗岩が残されている。この風化花崗岩を調べることで、崩壊した斜面がどのような岩石学的状況になっていたかを推定することができると考えられる。そこで、その風化花崗岩の薄片を作成し、光学顕微鏡で観察すると、図3に示すように、割れ目の内部がほとんど細粒粘土物質と鉱物の微細な破片でうめられていた。斜面上に降雨があった場合、雨は表層から下部に沈降し、割れ目に溜まったり、割れ目内を移動すると考えられる。花崗岩の水の通り道は割れ目意外に考えられないからである。このように考えると、崩壊直前の斜面の花崗岩には、割れ目は存在するが、充填物により割れ目がうめられていることにより、降雨による雨水を斜面内部にほとんど蓄えることができない状況になっていると推定される。このような状況では、雨の降り始めから、はやい時間に斜面の地下水は飽和し、地表面まで上昇することになるであろう。よって、このような状況になっている斜面では崩壊が比較的にやく発生すると推定される。割れ目内部の物質充填状況は、割れ目をほぼ完全にうめた状況からやや充填物は存在し、割れ目の幅が狭くなっている場合などさまざまである(図4)。図4に示すような状況であれば、割れ目の空隙はまだ残されており、雨水を蓄えることのできる状態にあり、完全にうめた場合よりは、崩壊が遅れるであろう。あるいは、崩壊までには至らないと推定される。

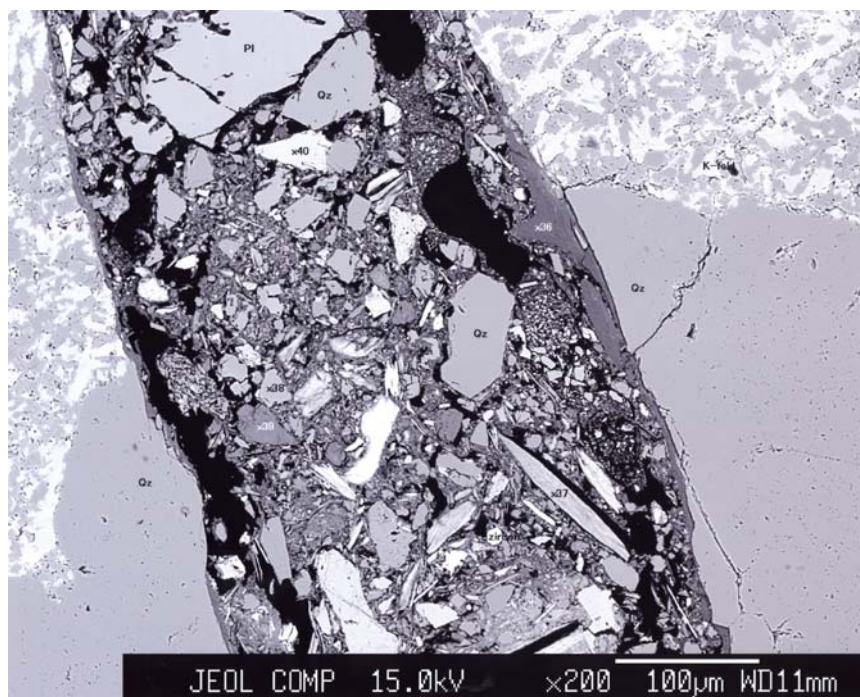


図3 割れ目中を充填物(粘土、鉱物破片)がうめている状況を示す反射電子像

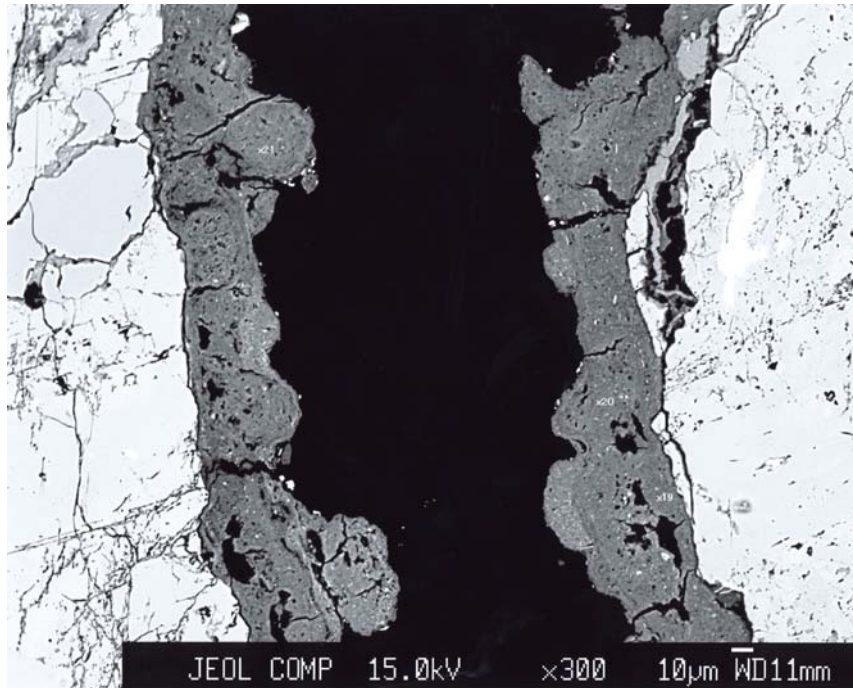


図4 割れ目の側壁に粘土物質が沈着しているが、割れ目はまだうまっていない

実際に1999年6月29日に発生した呉・吉浦の斜面崩壊は割れ目をほぼ充填物がうめっていた例であり、また、同じく一昨年宮島で発生した土石流堆積物の堆積していた斜面の基盤となっている花崗岩の割れ目の発達は著しく、それらの割れ目はほぼ完全に粘土鉱物にうめられていた。このことは、土石流発生時には降雨はほとんど地下に浸透せず、堆積物(花崗岩の風化物)内部に急速に貯留し、流動しやすくなり、下方に崩壊移動したものと推定される。

しかし、このように割れ目を粘土物質や鉱物の破片をうめるまでの時間経過に関しては、今のところわからない。このような地質学的状況の違いが、容易に崩壊が発生する斜面が存在したり、まだ崩壊しない斜面が存在する素因の一部になっていると考えられる。

2. 誘因としての雨量

上述したように、素因としての地質学的不均質性が崩壊の発生速度に係わっているとすると、どのくらいの雨が降れば、粘土細脈や岩石の不均質性に関係なく、崩壊が発生するのであろうか。

もし、地質学的不均質性に関係なく、崩壊が発生したとすると、粘土細脈の走向に係わりなく、あらゆる方向に崩壊が発生すると考えられる。例えば、2002年の8月31日から9月1日の台風により、韓国・江陵市で発生した土砂災害は斜面一面、あらゆる方向に発生した。この時の雨量は3日間でほぼ900mmに達した。この時、最も多かった時間雨量は約100mmに達した(Hwang Jin Yean, ら2004))⁵⁾。

ところで、1999年6月29日の広島・呉で発生した斜面崩壊と降雨との関係を粘土細脈との係わりで、考えてみる。6月29日前は広島市周辺で2日間無降雨状態が続き、29日未明から降り始めた雨は、午前中に時間雨量10mm前後に推移した。ところが正午を過ぎたあたりから雨足が急速に強まり、14時から17時を中心として1時間に60mm以上の非常に強い雨が観測された。広島県西部では時間雨量70mmを越える地域も現れた(図5)。また、呉市でも16時までと17時までの1時間雨量が60mmを超え、狭い地域に大雨が集中した。

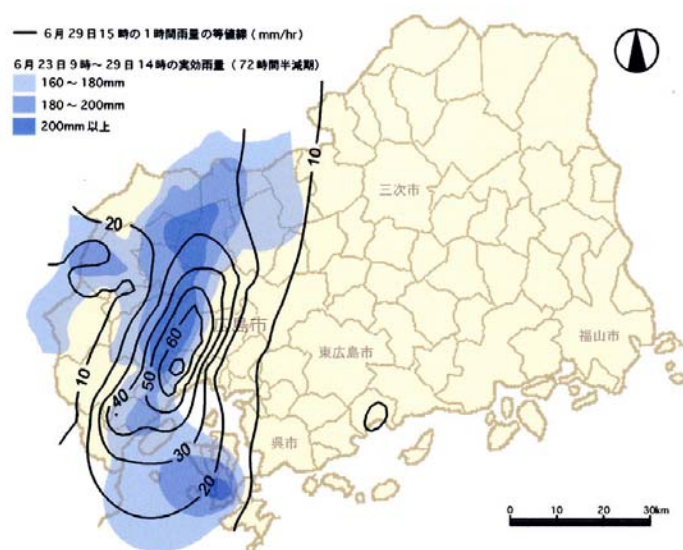


図5 広島県における6月29日までの先行雨量と14～15時の1時間雨量の分布
(海堀他、2003)⁶⁾

斜面崩壊地の空中写真から崩壊地の源頭部の斜面の走向を測定し、崩壊の走向方向とした。花崗岩地域の崩壊の走向を測定したのは777ヶ所である。なかでも1時間雨量が70mmを超えた廿日市地域の崩壊地は83ヶ所確認され、その走向を測定した結果を図6に示す。図に示されるように、崩壊斜面の走向は粘土細脈の走向とは異なった方向に卓越していた。ちなみにこの地域の粘土細脈の卓越する方向はN-SとNE-SW方向である。一方、時間雨量60mmに達していた崩壊地は524ヶ所確認され、その走向はN-S方向に卓越しており、この地域の粘土細脈の卓越する走向に一致していた。

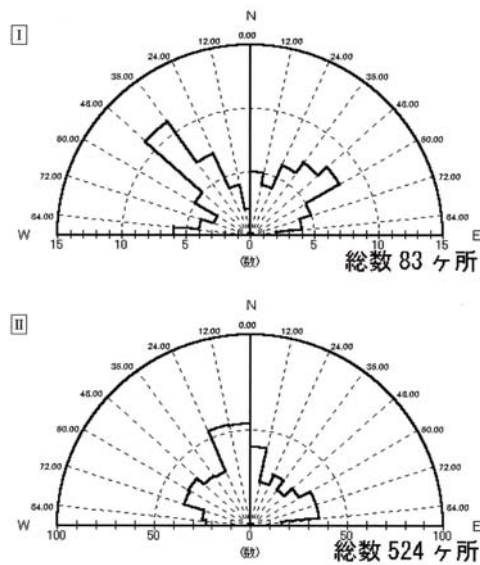


図 6 時間雨量と崩壊斜面の走向 I:時間雨量 70mm 以上、II:時間雨量 70mm 以下

2. 結果.

時間雨量 70mm を超えた地域では斜面崩壊が粘土細脈の方向とは関係なく崩壊した。
一方、70mm 以下では崩壊は粘土細脈の方向に規制されている。

参考文献

1. Kitagawa, R. (1989) Clay veins and clay minerals in the granitic rocks in Hiroshima and Shimane Prefectures, southwest Japan. Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser.C, 8,47-80.
2. 北川隆司(1999)花崗岩のマサ化のメカニズムと斜面崩壊、粘土科学 第 39 巻、37-44.
3. 北川隆司・門藤正幸・井上 基(1995) 花崗岩中に見られる粘土細脈の応用地質学的重要性、応用地質学会中四国発表論文集、11-15.
4. 植田友規・青山健・北川隆司・地下まゆみ(2003)地盤災害・地盤環境問題論文集、3巻、37-42.
5. Hwang Jin Yeon・北川隆司・鈴木盛久・林 武広・山崎博史・地下まゆみ・鳥居尠志(2004) 2002 年 8 月 31 日～9 月 1 日の台風 Rusa(0215 号)による韓国・江陵市における斜面崩壊とそのメカニズム、粘土科学、43、197-205
6. 海堀正博・佐々木康・荒木義則・森脇武夫・出来谷規人(2003).斜面災害発生予測のための雨量指数と地形、まさ土地帯の風化及び降雨浸透特性と斜面災害に関する研究報告、地盤工学会中国支部 p181-240.