

PII-08 土砂移動に関わった2つの豪雨特性と地盤特性

国土防災技術(株)(元広島大学大学院) ○梅木健一

広島大学大学院 桑田志保・山田慎也

広島大学総合科学部 海堀正博

【1. はじめに】

1999年の広島での豪雨災害に関わった降雨の状況については、非常に局地性の強い、しかも短時間に集中して降ったという特徴があったことを述べ、防災のためには任意の地点ごとの降雨の情報が土砂移動との関わりを考える際に必要になってくるのではないかという問題提起をした¹⁾。今回は、いくつかの崩壊の発生源頭部においては継続的な湧水が見られることから、そのうちのひとつについて湧水量観測と周辺地盤の特性を調べ、この湧水の発生が崩壊・土石流の発生とどのように関わってきたかを推定した。

【2. 調査観測地周辺の状況】

2-1. 崩壊の位置および規模

調査を行った崩壊は1999年9月15日に東広島市西条町助実地区で発生したもので、標高405m付近に始まり、その土砂が土石流化して標高260m付近まで流下した。源頭部崩壊の規模は、幅は約15m、長さは約15m、深さは0.8~1.2m、勾配は30°弱である。崩壊地直下は勾配がややきつくなり、100m程度流下してメインの谷筋に合流する。今回報告する土砂移動は他の4箇所の小支谷で発生し流下してきた土砂といっしょになり、下流に流れていったことがわかっている。

2-2. 周辺の地形・地質

調査した山体は龍王山とよばれ、かつては地元住民に祀られていた経歴がある。風化の進んだ花崗岩によってできているが、地形的には昨年度も紹介したとおり、部分的に開析の進んではっきりと谷・尾根の目立つところと、まだあまり進んでいないところが混在する山塊である。山塊の頂上付近は凹地形部となっており、水のたまっているところも見られ、その周囲をいくつかの小高い頂が囲んでいる。

2-3. 周辺の植生

このあたり一帯はかつてマツ林であったが、近年のマツ枯れによって頂上付近には直径40~60cmの立枯れ木が見られるだけで、健全なマツはほとんど存在しない。かわりに後継樹としての落葉・常緑広葉樹がかなり入り込んできている。これらはすでに高さが10m前後になっているものもあり、落葉期にはマツ枯れ木が目立つものの、夏期には樹冠によって表面が覆われ鬱蒼とした景観となるほどである。

2-4. 地盤特性についての調査

崩壊地すぐ横で、深さ方向に非攪乱試料を採取し、これを使って密度や透水係数を求めた。試料は、内径10cm、高さ6cmの塩ビ製の円筒サンプラーを使って、攪乱しないように慎重に採取した。実験室に持ち帰り、一部はまず飽和透水試験を行い、その後乾燥密度を求めた。乾燥密度を深さの関係で見ると、深さ30~110cmの範囲では1.2~1.3g/cm³程度で、それより深くなると1.5g/cm³を越えるものが出てくることがわかった。なお、これは土壌層の範囲に限った密度分布であって、場所によっては岩盤面にぶつかるところもある。一方、深さ80cm以深の試料を使った透水試験からは、深くなるにつれて透水係数が $2.5 \times 10^{-2} \rightarrow 3 \times 10^{-3}$ cm/sec前後に小さくなっていく結果を得た。以上のように密度や透水係数の値はこれまでに知られている風化花崗岩類地帯のマサ土層で報告されてきたものと特に違いがあるわけではないことがわかる。

これ以外に現場一面せん断試験を行い、この結果からも普通のマサ土であることを確認した。

【3. 湧水量観測調査について】

3-1. 観測方法

岩盤の割れ目から流出している湧水の20秒間あたりの体積を10回計測し、その平均値を1分間あたりの流量(l/min)に換算した。観測は1999年10月21日から現在まで数日から十数日ごと、もしくは雨が降った翌日または翌々日に行っている。そのため降雨のピークに対する流量の変化は取れていない。

3-2. 観測結果

湧水観測の結果と日雨量との対応を図1に示す。強い降雨がない2000年2月までは湧水流量はほぼ一様に減少している。その後、流量は増減を繰り返しているが、日雨量が20mm/dayをこえるような雨とよく反応していることがわかる。

3-3. 崩壊発生時点における湧水量の推定

先行降雨との対応を見るため、湧水流量と相関が最も高かった半減期500時間の実効雨量とタンクモデルを用いて、広範囲で土石流が発生した6月29日と、実際にこの調査場所で土石流が発生した9月15日の湧水流量を推定した(図2)。推定湧水流量は実効雨量、タンクモデルを用いたどちらの計算からも6月29

日のほうが多い結果となった。しかし、流量の増加量（グラフの傾き）で比較するとどちらとも9月15日のほうが大きいことがわかった。また、タンクモデルから湧水の集水範囲を推定したところ約880m²となり、地形図から想定される集水面積である約520m²に比べて大きい値となった。また、岩盤の節理面の走向・傾斜から、現地調査で確認された背後の凹地形（図3）にたまった水と湧水観測点の水とが関係している可能性もあることがわかった。

【4. 降雨の状況と崩壊発生との関係について】

4-1. 降雨の状況

6月は中旬から断続的に降雨があり、29日までに十分地盤が緩んでいた。各雨量観測点のデータから等雨量線を描き、助実地区直上の最大1時間雨量を求めたところ50mm/hrとなり、十分崩壊が発生しうる状態であったといえる。一方、9月は事前あまり降雨がなく、14日23時頃から降り始め、広島県下三永観測所では1時間雨量89mm/hr、国道西条観測所では90mm/hrと記録的な豪雨が観測された。等雨量線から求めた助実地区直上の最大1時間雨量は89mm/hrであった。

4-2. なぜ崩壊が9月15日に発生したか

周辺の山体と地形・地質、植生、土質などは先に述べたように風化花崗岩類地帯の一般的な状態と同じであるにもかかわらず、周辺では6月29日に崩れ、助実地区では崩れなかった。湧水観測調査より、助実地区山頂付近では半減期500時間という長い時間をかけて降雨の影響が半分になるようなゆっくりとした水の流れているが、1時間雨量80mm/hrを越えるような降雨の際には、短時間に急激に湧水が増加しようとして水圧上昇が急激に起こった結果、崩壊が発生したと思われる。現地調査で明らかになった背後の凹地形と岩盤の節理面の傾斜から湧水点付近の模式図を作成すると図4のようになった。

【まとめ】

助実地区においては6月の降雨では岩盤の割れ目や節理面を通る水の流れによって、凹地形にたまった水や土層にしみ込んだ水がうまく排水され土層が不安定化せず崩壊には至らなかった。一方、9月は崩壊発生までに強い雨をほとんど経験しておらず、土層が十分に飽和されていない状態であったが、そこに15日の記録的な強雨があり、短時間に急に湧水量が増えようとしたことによって土層内の水圧が急激に上昇し、その結果崩壊が発生したものと考えられる。

引用文献

1) 桑田ほか(2000): 平成12年度砂防学会研究発表会、302-303.

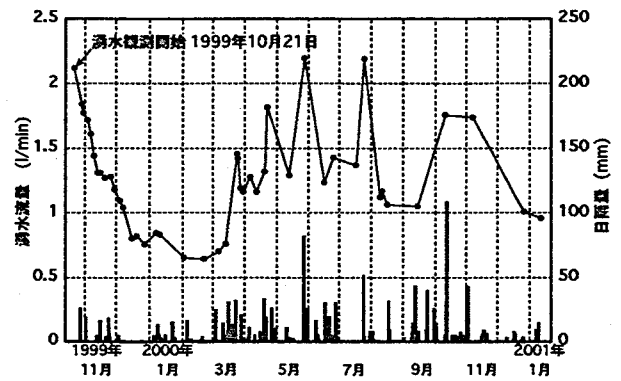


図1 助実地区における湧水流量と日雨量の関係

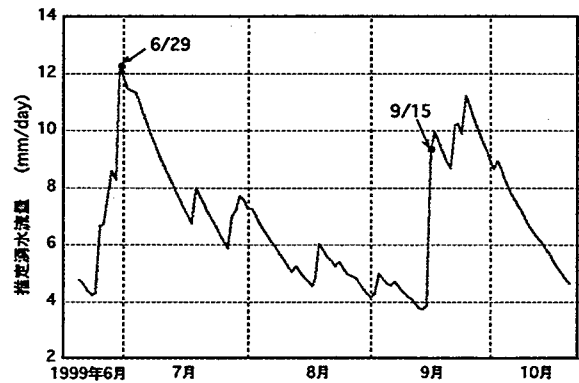


図2 タンクモデルから推定した湧水流量

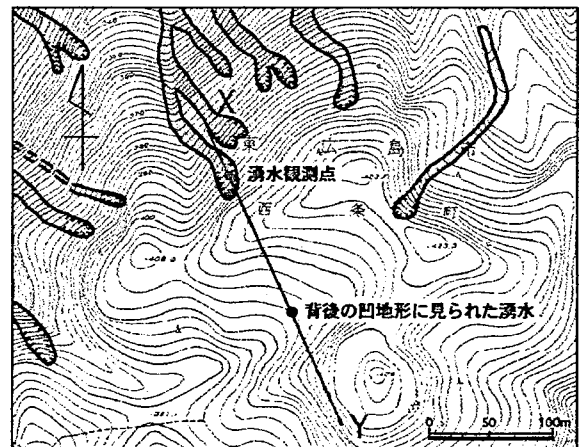


図3 湧水観測点付近の地形

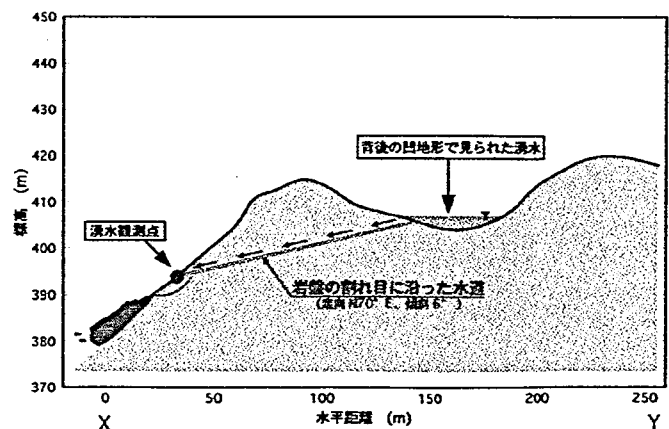


図4 地中水の流れの模式図