

平成 21 年 7 月防府市周辺土砂災害の誘因となった豪雨についての考察

広島大学大学院総合科学研究科 海堀正博

1. はじめに 土石流発生に至る条件のひとつとしての「降雨パターン」^{たとえば 1)}について、昨年 7 月 21 日に山口県防府市周辺で発生した土石流災害を事例に検証する。また、同様な降雨条件等があったにもかかわらず土石流等の集中発生の見られなかった地域について、その原因を考察する。

2. 土石流災害における降雨パターン すでに報告されている²⁾³⁾などように、昨年の山口県防府市周辺での土石流災害の発生は 12 時前後であったが、防府市周辺で豪雨の最も激しかったのは 7～9 時にかけての時間帯であった。また、6 時 28 分には山口県内全域に大雨警報が、また、7 時 40 分には山口市と防府市に土砂災害警戒情報が発令されていた。防府市周辺では、9～10 時にいったん小降りになるものの、11～12 時にかけては再び 40mm/h を超える強雨となっていた。この雨の状況を先行降雨とそれに続く強雨という組合せの図として表現することとし、先行降雨としては半減期が 72 時間の実効雨量を、それに続く強雨としては 1 時間雨量を採用し描画した。なお、ここでは(社)砂防学会緊急調査の時に入手した 7 月 19～21 日の間の山口県内とその周辺の合計 176 観測点の時間雨量データを用いた。経時的に描いた中から 9 時および 12 時の図を示す(図 1)。ここで図中のグラデーションは先行降雨の影響を表しており、その状態のところに次の 1 時間に等雨量線で示す時間雨量が加わったことを示している。また、図 1(下)には空中写真判読から得られた土砂移動開始位置も併せてプロットしている。

従来、土石流の発生や崩壊の多発は十分な先行降雨があるところに強雨を加わるパターンの場合によく見られることが報告されてきた。今回の雨のパターンもまさにそのようになっている。すなわち、図 1(上)の時間帯までも防府市周辺でも非常に強い雨が降っているのだが、それ以前の降雨による地盤の緩みがまだ十分な状態にはなっていないと考えられ、この時点までには土石流や崩壊の多発という状況にはならなかった。しかし、図 1(下)で示す時間帯の防府市周辺では、土石流等が多発する条件の降雨パターンとなったと考えられる。すなわち、先行降雨が 190mm 程度以上になったエリアに時間雨量 45mm 程度以上の強雨が加わったエリアに土石流の集中発生が起きていることがわかる。

中井・海堀らによる雨量指標 R' 値^{たとえば 4)}を使って表現すると、12 時の R' 分布は図 2 のようになり、防府市から山口市の周辺では $R' > 400\text{mm}$ という非常に高い値であったことがわかる。しかし、9 時の時点でも防府市周辺ではすでに $R' > 320\text{mm}$ のエリアがかなりの面積を占めていて、必ずしも、12 時前後まで土石流の多発につながらなかったことが説明できない。同様のことは、土壤雨量指数を使った場合にもいえる。

そこで、先の考え方と同様に、11 時時点の R' 分布の上に 12 時までの時間雨量分布を重ねるという見方をすることにしたところ、土石流の集中発生場は $R' > 280\text{mm}$ のエリアの上に時間雨量 45mm 以上が加わったエリアになっているのに対し、9 時頃にはこのような重なりが防府の周辺では起きていないことがわかった。

なお防府市の周辺で、このような雨の組合せに該当するエリアであっても土石流の集中発生がなかったエリアがあるが、花崗岩類の分布地域でないところであったり、 30° 前後以上の斜面にとぼしいエリアであるこ

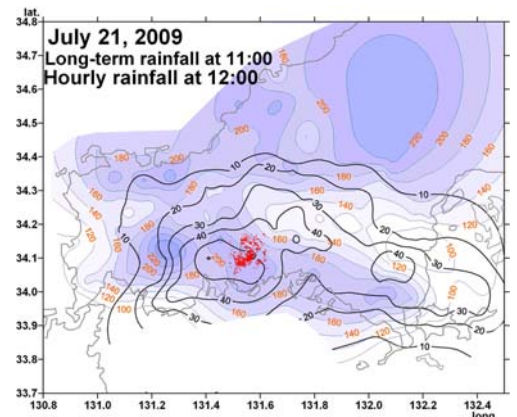
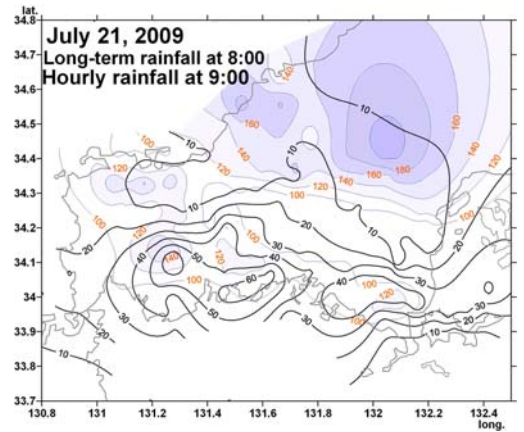


図 1 防府市周辺土砂災害の降雨の状況より (上)8 時までの先行降雨に 9 時までの時間雨量を (下)11 時までの先行降雨に 12 時までの時間雨量を重ねたもの。先行降雨はグラデーションで示す。

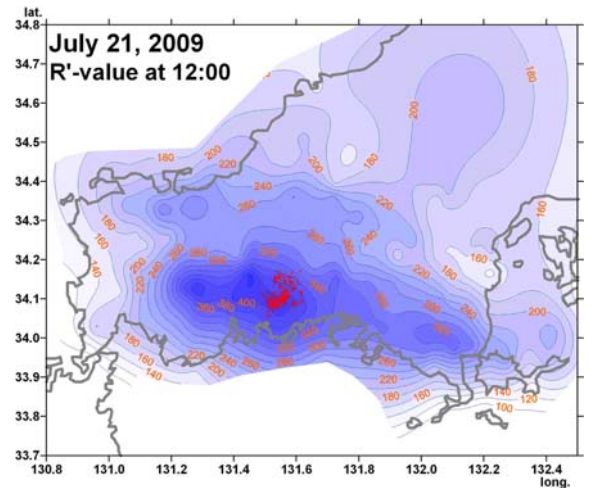


図 2 12 時の R' 分布
土砂移動発生開始点(赤点)は防府周辺に集中、しかし、美祢周辺、下松～柳井にかけても高い R'

とが影響していると判断された。

以上のことから、先行降雨の分布をふまえた上で、さらに強雨がどのように加わるかという見方が非常に重要であることが、今回の災害からも確認できた。

3. 過去の降雨履歴の影響 一方で、降雨パターンや地質などを考慮してもなお、美祢周辺および下松から柳井にかけての地域では今回の大雨を受けながら土石流等の集中発生に至らなかったのが不明であった。課題を整理すると次のようになる。①総雨量については、美祢周辺地域も、下松から柳井にかけての地域も、防府市周辺地域と同様、300mm超になっている。②最大1時間雨量については、美祢周辺地域では80mm/h超、下松から柳井にかけての地域でも50mm/h超の強雨が降っている。③降雨パターンについて見ると、美祢周辺では8時の $R>280$ mmのエリアに9時までの時間雨量50mm超が重なるエリアがあり、しかも、花崗岩類分布エリアも混じっている。また、下松から柳井にかけての地域では12時の $R>320$ mmのエリアに13時までの時間雨量30mm超が重なるエリアがあり、しかも花崗岩類分布地域とも重なっている。しかし、これらの地域では土石流などの集中発生は報告されていない(ただし、災害翌日22日午後のヘリコプターからの視察時に、美祢周辺の一部地域を水源の一部に持つ厚東川を通して濁流が宇部港まで流下した形跡を目視できている。また、後日の美祢地域の現地調査により棚田の崩れや小規模な崩壊などは複数確認できた)。

そこでアメダスのデータから過去の降雨履歴をおって見た。山口県内のアメダス観測点について、気象庁が提供している気象統計情報の中から過去の気象データ検索⁵⁾を利用してデータの収集作業を行った。その過程で、山口県東部については2005年7月と9月に、防府市と山口市周辺は1993年8月と2005年9月に、それぞれかなりの大雨に見舞われていることがわかった。そこで、アメダス観測点の防府、下松、柳井について、1993年、2005年、2009年の該当する期間の観測雨量を半減期が72時間の実効雨量(横軸)、半減期が1.5時間の実効雨量(縦軸)の同時刻の座標値の推移として描き、中井・海堀らによる $R'=320$ mmの軌跡を仮のCLとして示してみた(図3)。

この図から、防府については、明らかに2009年7月の降雨が特に大きなものであったこと、1993年にも比較的大きな降雨のあったことがわかるが、1993年の降雨範囲は一部が2009年のものと重なっているが、今回のものよりも南部にかたよって降っており、8月2日に防府市南部の地域で十数件の土石流災害の発生につながっていたことがわかった⁶⁾。また、下松については、2009年7月も大雨ではあったものの、2005年にも、1993年にも同程度の大雨のあったことが読みとれる。また、柳井については、2005年に今回より大きな豪雨を経験していたことがわかる。

以上から、①美祢周辺地域では山地斜面の少ない地形的要因や土質などの違いにより土石流の集中発生には至らなかったこと、②下松から柳井にかけての地域では比較的最近の2005年にも同程度以上の豪雨に見舞われていたことで2009年の大雨があっても土石流の集中発生には至らなかったこと、③防府市周辺地域では1993年に南部地域については豪雨による土石流災害を引き起こしているが、すでに15年以上経ていることや、2009年の豪雨がより大きな規模であったことなどのために、土石流の集中発生に至ってしまったこと、などが考えられる。

4. おわりに 同じ大雨であっても、十分に地盤が緩んでいると考えられるような条件のところ、さらに強雨が加わるという降雨パターンのときに土石流等の集中発生につながりやすいことがあらためて確認できた。同時に、近い過去に同程度以上の豪雨を経験しているところでは土石流等の集中発生には至りにくいこともあらためて確認できた。しかし、そのいわゆる免疫性とも呼ばれる影響が何年くらい継続するものなのかについては今後とも事例を重ねて検証する必要がある。

謝辞 (社)砂防学会緊急調査団(団長:古川浩平山口大学教授(当時))団員として活動中に多くの関係者から資料提供や助言、また、ヘリコプター視察の機会をいただきました。心から感謝いたします。

文献 1)海堀・中井:平成21年度砂防学会研究発表会概要集。2)古川・海堀他(2009):砂防学会誌、62(3)。3)土石流災害対策検討委員会(2010):委員会報告書。4)中井・海堀他(2007):砂防学会誌、60(1)。5)気象庁ホームページ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>。6)山口県防府土木建築事務所(1994?):山が崩れた!～防府市土砂災害～。

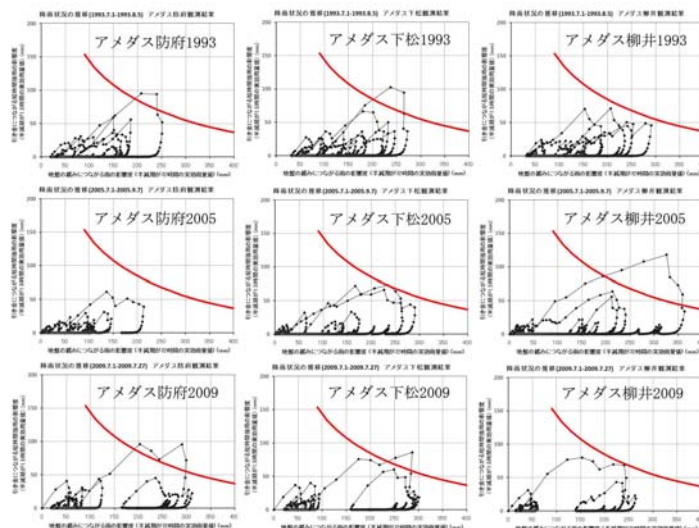


図3 山口県内アメダス観測点における豪雨の比較
左から順に防府、下松、柳井。上から順に 1993年、2005年、2009年。
横軸は半減期72時間の、縦軸は半減期1.5時間の実効雨量(同時刻表示)。曲線は $R'=320$ mmとした仮のCL。