

豪雨の地域特性を考慮した土砂災害の発生降雨と避難

○林 拙郎(静岡大学)・山田 孝(三重大学)

1. はじめに

多雨地域や少雨地域によって豪雨量が大きく異なることは気象庁の大雨警報の旧基準値をみるまでもなく、日常的に経験している。このことは、土砂災害の発生や規模が地域の豪雨特性によって相違することを示しており、そのことにより、避難のあり方も異なってくるものと考えられる。本稿では、豪雨の地域特性を考慮し、まず少雨地域において土砂災害発生時の限界累積雨量を検討する。続いて、土砂災害の発生降雨過程を1段タンクモデルによる貯留量(実効雨量)に着目して、表層崩壊等による土砂災害発生とその後の降雨経過の解析を行う。この結果より、災害後の避難解除についても地域性を考慮する必要があることを明らかにする。

2. 降雨の地域性と土砂災害

豪雨の地域性は明らかに知られていることではあるが、気象庁の大雨警報の24時間旧基準値は紀伊半島周辺でも多様である。例えば同じ三重県内でも南部400mm、北部170mmと大きく異なっており、和歌山県では全県200mm、奈良県では全県150mmである。また愛知県と岐阜県でも異なっている。これらは、多雨地域と少雨地域の相違、あるいは豪雨の地域性というように理解されており、24時間旧基準値は地域により異なる値を取っている。実際にはもっと細かく、地域雨量を確率雨量によって定義する必要がある。例えば、林(2008)や林・山田(2011)は、地域雨量として超過確率2年に1回の確率雨量 $R_{1/2}$ を用いている。

崩壊等が発生させる限界の間隙水圧は、土質条件、斜面条件が同一であれば、メカニズムは同じであるので、図-1に示すように地域にかかわらず、多雨・少雨地域において貯留量は同一となるはずである。そうすると多雨地域では基盤へ多量の排水が発生し、少雨地域では、累積雨量の多くが貯留されるものと考えられる(図-2、図-3)。

3. 山地土層の水貯留量と1段タンクモデル

ここで、山地表層の水貯留量と排水量との関係は、図-2、図-3に示すような1段タンクモデルで理解するとわかりやすい。この1段タンクモデルと同等のモデルとして、周知の実効雨量がある。降雨量から算出される実効雨量は、1段タンクモデルでは、タンク内の水貯留量を意味し、土層内の浸透流に相互に関連している。

少雨地域では日常の降雨量が少で、山地表層の水貯留量は殆どない場合が多く、無降雨後の累積雨量が水貯留量となる。山地表層の土砂災害発生時の限界水貯留量は、少雨地域における各土砂災害発生地区の発生時累積雨量の最小値で与えられる。図-4は、少雨地域における土砂災害当日の発生時の累積雨量(無降雨時間36

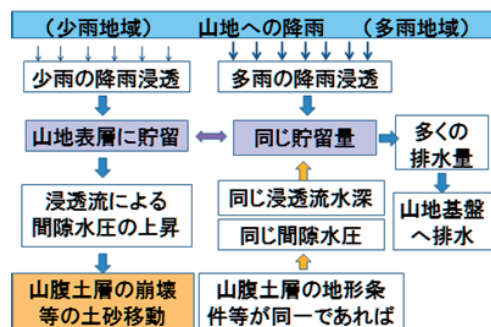


図-1 少雨域・多雨域への降雨と崩壊発生等

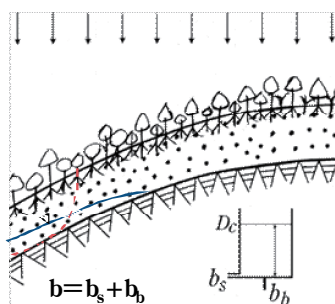


図-2 少雨地域の崩壊等モデル

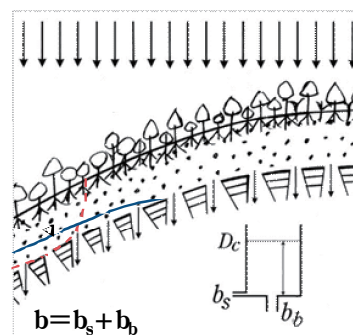


図-3 多雨地域の崩壊等モデル

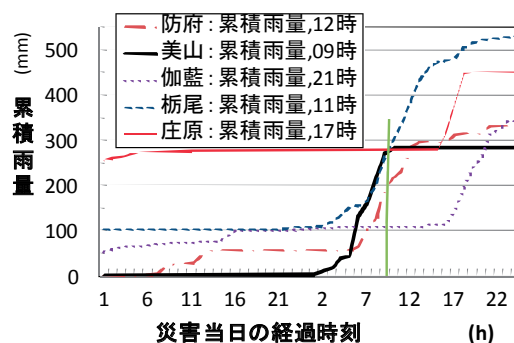


図-4 少雨地域における累積雨量と災害発生時

時間)を示している。福井県美山災害時のアメダス美山の累積雨量が 271~284mm で、次に多い山口県防府災害時の 285.5mm を下回っている。美山災害は、今立町相木にて田んぼのコンクリート擁壁が 18m にわたって倒壊した時間が 9 時 35 分であり（三隅，2006），山地においてはもう少し早いものと考え、9 時の累積雨量を最適とした。アメダス美山の無降雨日数を調べると、実質的に 5 日以上空いており、土砂災害発生時の累積雨量(限界水貯留量)を定めるには適している。この他、岐阜県八百津災害発生時で 317mm、庄原災害では 387mm であった。

こうして、アメダス美山の累積雨量が最小値となり、9 時の累積雨量 271mm の数値を丸めて 270mm を土砂移動発生時の限界水貯留量 D_L (実効雨量では、発生時実効雨量)とする。

一方、山地表層の水貯留量の式は、鈴木ら(1981)の実効雨量式によって次式で与えられる。

$$D_i = R_i + aD_{i-1} \quad (1)$$

ここに、 D_i ：当初の時刻から i 時間目の水貯留量、 a ：係数。係数 a の決定は(1)式によって土砂移動の発生時刻に 270mm を与える係数 a を決定する。実効雨量は 1 段タンクモデルと同等であり、実効雨量の係数 a は、1 段タンクモデルの側面と底面の孔係数 (b_s , b_b) を合わせた浸透・排水係数 b に関係し、関係式は次式で与えられる(林，2008)。

$$b = \ln(1/a) \quad (2)$$

図-5 に浸透・排水係数 b と地域雨量 $R_{1/2}$ の関係を示す。

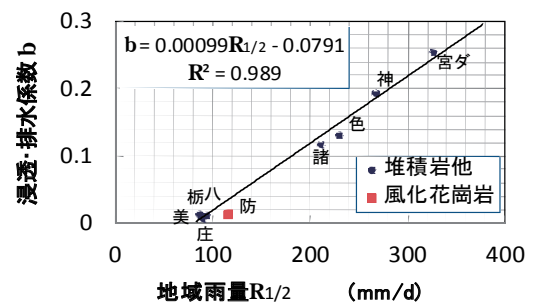
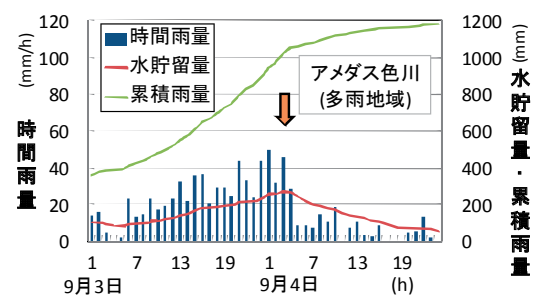


図-5 浸透・排水係数 b と地域雨量 $R_{1/2}$ の関係



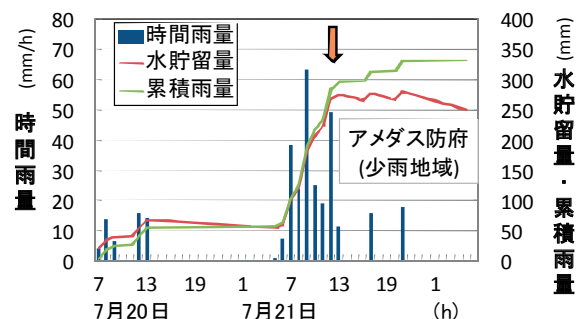
降雨・水貯留量等の経時変化

図-6 那智勝浦町の被害発生と水貯留量(実効雨量)

4. 各災害時の水貯留量と避難

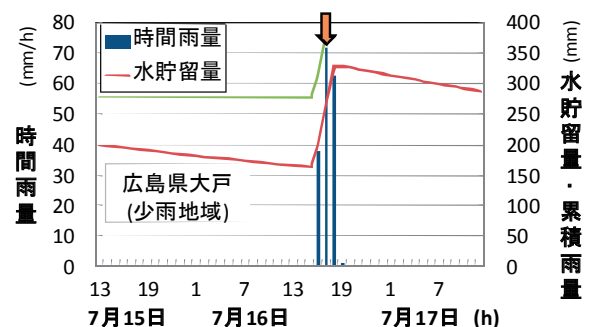
図-6~図-8 は、各災害の発生降雨に対応する水貯留量(実効雨量)と時間雨量等の経過を示した図である。図中の縦矢印が土砂災害の発生時刻である。ここに載せたデータは、2011 年 9 月発生の和歌山県那智勝浦町、2009 年 7 月発生の山口県防府市、2010 年 7 月の広島県庄原市の土砂災害時のもので、多雨地域 1 件、少雨地域 2 件である。

さて多雨地域の場合、図-6 にみられるように、例えば 200mm を避難開始雨量とすると、災害発生後に 200mm に達する時刻は 4 日の 7 時であり、まだ降雨中でもあり、避難解除は降雨終了を待って、一定の時間後、帰宅可能な状態となる。一方、少雨地域の場合、降雨が終了しても水貯留量(実効雨量)はなかなか下がらない。降雨の見込みがあれば危険であるが、降雨の見込みがなければ土砂災害の場合、降雨後の一定時間後、現場の状況を確認して避難解除を考えることが可能になりそうである。なお、土砂ダムがあれば別途考慮する必要がある。



降雨・水貯留量等の経時変化

図-7 山口県防府市の災害発生と水貯留量(実効雨量)



降雨・水貯留量等の経時変化

図-8 広島県庄原市の災害発生と水貯留量(実効雨量)

引用文献 林拙郎・山田孝:H23 年度砂防学会研究発表会概要集, 2011, 林拙郎:保全砂防学入門, 電気書院, 2008;日林誌 67(6), 1985, 三隅良平:防災科技研主要災害調査, 40, 2006, 鈴木雅一ら:新砂防 34(2), 1981