

## 最近の豪雨の特徴と土砂災害の発生雨量

○林 拙郎(静岡大学)・山田 孝(三重大学)

## 1. はじめに

最近発生した土砂災害は、日々の降雨量の少ない地域が目立っている。ここ最近の短時間集中強雨の発生は、いわゆる少雨地域の降雨で、日雨量もせいぜい300mmで以下であり、多雨地域の600mm以上と比較すると半分以下である。本稿では、岐阜県八百津町や山口県防府市、福井県美山町のような少雨地域の災害事例に主に着目し、山地表層の排水条件を考察する。さらに、これらの関連を考察することによって、土砂災害の発生に関する限界の水貯留量を規定するモデルを提案する。

## 2. 土砂災害と短時間集中強雨

少雨地域の2010年7月15日に発生した岐阜県八百津町災害の当日を含む6月、7月の日雨量は図-1に示す通りであり、240mmに達していない。一方、多雨地域である2004年9月29日の三重県宮川村災害の日雨量767mmと8月、9月の日雨量は図-2の通りである。八百津町の災害当日の日雨量は多雨地域の宮川ダムの日雨量に比して格段に少なく、1/3以下である。

八百津町の日雨量と最大時間雨量は、アメダス伽藍にて238.5mm/d、54.5mm/hであり、八百津町役場にて254.5mm/d、58mm/hである(図-3参照)。八百津町の災害原因を挙げれば、降雨強度30mm/hを超える激しい降雨が5時間連続したことであろうか。また、2009年7月21日山口県防府災害の日雨量は275mm/d、最大時間雨量は63.5mm/h(アメダス防府)である。これら2つの事例は、少雨地域の事例であり、強雨が短時間集中したことにあつたようにみられる。このように土砂災害には強雨の短時間集中性が必要であり、強雨集中率を次式で定義する。

強雨集中率  $Rc = 6 \text{ 時間雨量} / \text{災害当日の日雨量}$

図-4は、求められた強雨集中率  $Rc$  の区分図である。同図の縦軸は災害当日の日雨量であり、横軸は地域雨量  $R_{1/2}$  である。この地域雨量  $R_{1/2}$  は、超過確率2年に1回の確率雨量  $R_{1/2}$  である。 $R_{1/2}$  は土砂災害に対する耐性を保持する因子で、山地の崩壊化作用等の自然史特性が表されると考えた。図中の豪雨指数  $Hri$  は次式で表される災害当日の降雨状況を表す指標である(林,1985,2008)。

豪雨指数  $Hri = \text{災害当日の日雨量 } R / \text{地域雨量 } R_{1/2}$

## 3. 山地表層の限界水貯留量一定モデル

山地とその山麓の土砂災害は、降雨によって土層内の間隙水圧が上昇し、不安定化した土層が斜面崩壊や土石流となって移動する(以下、土砂移動)ことによって発生する。この限界の間隙水圧は、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-5に示すように地域にかかわらず、多雨・少雨地域において同一となるはずである。同じような限界の間隙水圧の値によって土砂移動が始まるとすると、間隙水圧

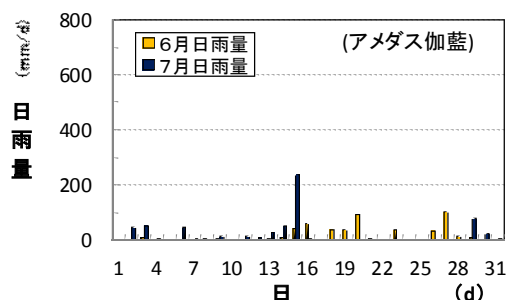


図-1 2010年6月、7月の日雨量の経過

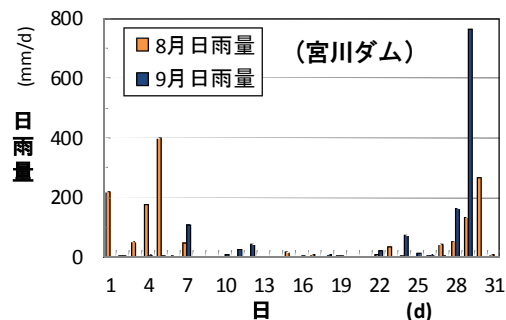


図-2 2004年8、9月の日雨量の経過

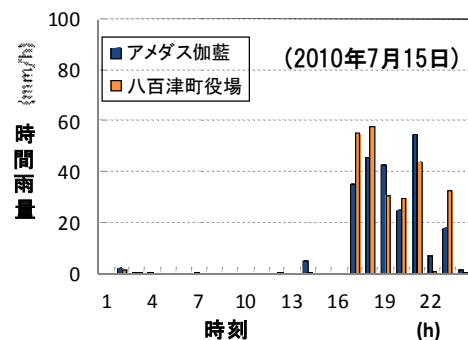
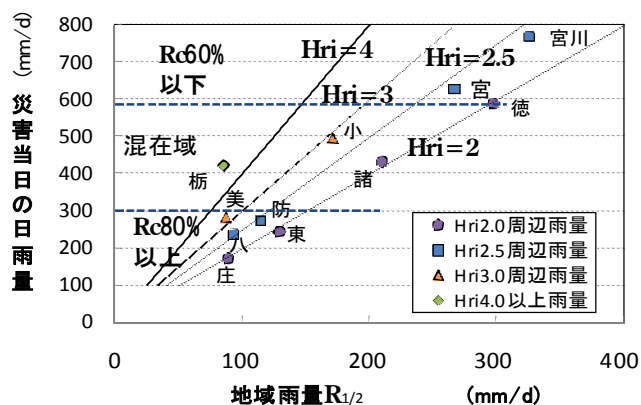


図-3 時間雨量の経過

図-4 地域雨量  $R_{1/2}$  と強雨集中率  $Rc$

を上昇させる浸透流の水は山地表層から供給される。

少雨地域での山地表層(図—6)では、降雨に対する保水性は良く、逆に、排水機能は低い状態にある。したがって、降雨量に対する山地基盤への排水量は少なく、山地表層に降雨量の多くが貯留される。これに対し、多雨地域での山地表層(図—7)では、降雨に対する排水条件は良く、したがって、降雨量に対し、山地表層から基盤への排水量が多くなり、降雨量の多くは山体内部に吸収されるか、山体内部を通して流出する。残量は山腹土層へ浸透し、少雨地域と同様の浸透流が発生して土砂移動が始まると考えられる。

ここで、山地表層の水貯留量と排水量との関係は、図—7の右上に示すような一段タンクモデルで理解するとわかりやすい。この一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段タンクモデルで考えると、タンク内の水高を意味する。タンク内の水高は見方を変えれば、山地表層の水貯留量を意味し、これが山腹土層の浸透流の源となる。

#### 4. 限界水貯留量の設定と水貯留量の算定式

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く、無降雨後の累積雨量が水貯留量となる。山地表層の限界水貯留量は、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。福井災害時のアメダス美山の累積雨量が271~284mmで、他は285.5mmを超え、アメダス美山の累積雨量が最少である。ここで、アメダス美山の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 $D_c$ とする。図—8に災害当日の発生時までの累積雨量等の経過を示す。

山地表層の水貯留量の式は、鈴木らの実効雨量と同様次式を用いた。

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

$D_i$ : 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  $a$  を決定した。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)。

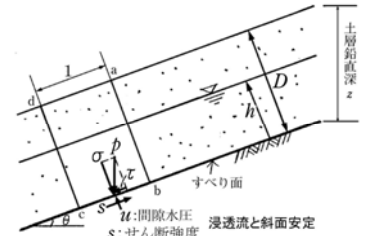
$$b = \ln(1/a) \quad (2)$$

先に示した土砂災害発生時の累積雨量は、実効雨量の係数  $a=1$  の場合、浸透量のみとなる。使用したデータは、アメダス美山、庄原、伽藍、防府、栃尾、宮川ダム、宮崎(神門、諸塚)で、引用文献に示す災害発生時刻を用いた。

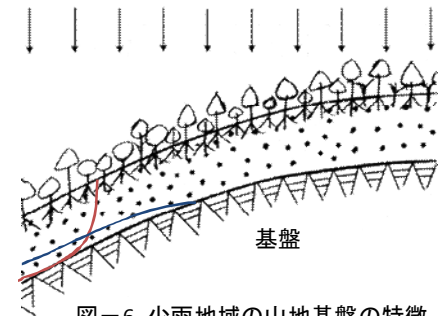
#### 5. 結果

地域雨量  $R_{1/2}$  と浸透・排水係数  $b$  の関係を図—9に示す。同図より、風化花崗岩地域のアメダス防府のデータを除くと、地域雨量  $R_{1/2}$  と浸透・排水係数  $b$  はきれいな直線関係にある。

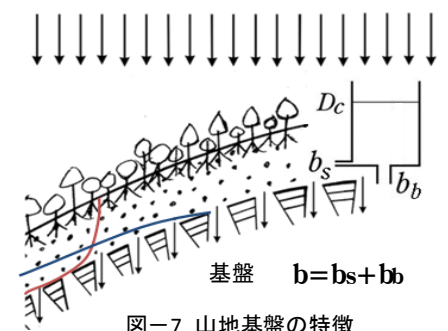
引用文献 林拙郎:日林誌 67(6),1985, 保全砂防学入門, 電気書院,2008, 井口隆ら: 防災科技研主要災害調査, 40, 2006, 三隅良平:同, 鈴木雅一ら:新砂防 34(2),1981, 谷口義信ら:砂防誌 58(4),2005, 土田孝ら:自災科学 29(2), 2010



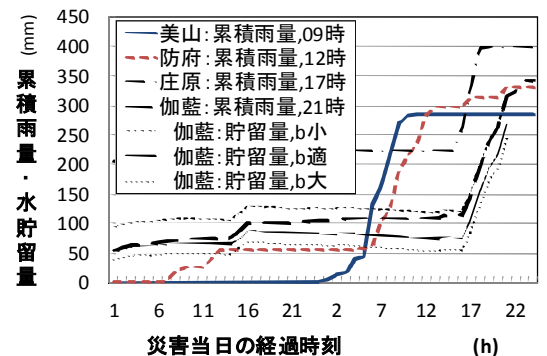
図—5 浸透流と斜面安定



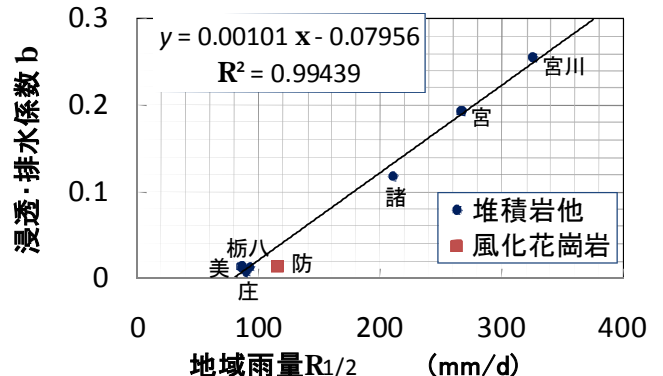
図—6 少雨地域の山地基盤の特徴



図—7 山地基盤の特徴  
(多雨地域)と山地表層モデル



図—8 連続雨量と水貯留量の当日経過



図—9 浸透・排水係数と地域雨量の関係