

## 土砂災害に関する実効雨量の地域特性と豪雨について

○林 拙郎(静岡大学)・山田 孝(三重大学)

## 1. はじめに

2012年8月14日早朝、京都府南部から滋賀県大津市南部にかけて発生した土砂災害は短期集中強雨でいわゆるゲリラ豪雨によるものであった。このときのレーダエコーの被災範囲の画像形態は、幅が狭い割に、長さが長い木の葉状の画像を示し、局地的な豪雨を地上にもたらした。同様のゲリラ豪雨は、2010年7月岐阜県八百津町とその周辺にて発生し、同様の土砂災害を発生させた。ゲリラ豪雨は、大津市や八百津町のような少雨地域に突発的に発生する場合が多い。

解析にあたり、図-1のような山地表層モデルに対する実効雨量と同義の1段タンクモデルを設定し、両者の関係式を示す。続いて、この2つの少雨地域におけるゲリラ豪雨による土砂災害の発生状況を比較し、多雨地域の豪雨災害とも比較検討を行う。さらに、実効雨量法に必要な限界実効雨量を設定し、実効雨量の係数の地域特性を考察する。最後に、被災3箇所の豪雨状況と実効雨量の限界値への増加状況等を検討する。

## 2. 実効雨量と同義の1段タンクモデル

山地表土層の実効雨量式は、鈴木ら(1981)の次式  $D_i = R_i + aD_{i-1}$  (1)

を用いる。 $D_i$ : 当初の時刻から*i*時間目の水貯留量、 $a$ : 係数。実効雨量と同義の1段タンクモデル(図-1(b))より、底面孔および側面孔からの流出・排出量 $q$ の式を次式で与える。

$$q = bD \quad (2), \quad b = b_s + b_b \quad (3)$$

$D$ : 水貯留量、 $b$ : 流出・排水係数、 $b_s$ : 流出係数、 $b_b$ : 排水係数。ここで、時刻*i-1*の水貯留量 $D_{i-1}$ から時刻*i*における水貯留量 $D_i$ は次式となる。

$$D_i = D_{i-1} + R_i - q_{i-1} \quad (4)$$

上式に(2)式を代入して(1)式の形式で書くと次式を得る。

$$D_i = R_i + (1-b)D_{i-1} \quad (5)$$

ここで、(1)式と(5)式を比較すると次式を得る(林ら、投稿中)。

$$a = 1 - b \quad (6)$$

ここで、実効雨量式(1)式の未知数は、係数 $a$ の1つであり、既知数は限界実効雨量 $D_c$ である。限界実効雨量は、1段タンクモデルで考えれば、限界の水貯留量を意味する。

少雨地域では日常の降雨量が少なく、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(限界実効雨量) $D_c$ 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。本モデルを設定した当時の少雨地域における被災時累積雨量は、美山町災害にて271mm、岐阜県八百津町災害にて317mm、庄原市災害では387mmであった。最小値は美山町災害の値であり、数値を丸めて270mmを土砂移動発生時の限界実効雨量 $D_c$ (限界水貯留量)とした。

## 3. 少雨地域の土砂災害2例と多雨地域の土砂災害1例

大津市南部でのゲリラ豪雨の発生は、2012年8月13日夜から14日朝にかけ、日本海に停滞していた前線が近畿地方の中部付近まで南下したことによっている(彦根地方気象台, 2013)。これにより、大津市内にて法面崩落2件、土砂崩れ5件、がけ崩れ2件、土砂流入4件の土砂災害が発生した。同年7月後半はほとんど降雨がなく、8月も被災日前日まで無降雨で、被災前日の日雨量は84mm/d、被災当日217mm/dである。図-2に被災前日から当日にかけての時間雨量を示す(滋賀県大石観測所)。最大時間雨量は

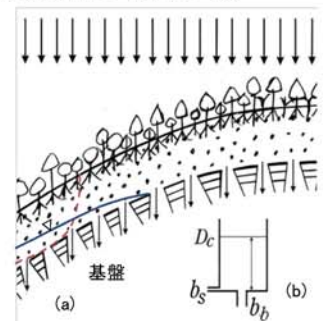


図-1 山地表層モデル(a)と1段タンクモデル(b)

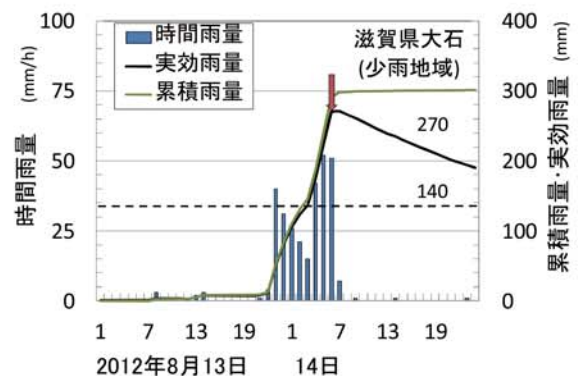


図-2 2012年8月13-14日の大津市南部時間雨量など

52mm/h, 最大6時間雨量は207mmであり, 被災時刻14日06時の累積雨量は291mmである。少雨地域のためか, 3種類の雨量共にそれほど大きい値とは認められない。図-2中の実効雨量 $D$ は, 被災時刻に限界実効雨量を与えた係数 $a$ に対する実効雨量 $D$ の経過である。

2010年7月岐阜県八百津町でのゲリラ豪雨の発生は, 原因は7月15日昼過ぎに近畿地方から北東方向にのびる雨域が発達しながらゆっくりと東に進み, 夕方から夜遅くにかけて愛知県尾張西部から岐阜県中濃・東濃付近に停滞したことによっている(7.15豪雨検証委員会, 2010)。最大時間雨量は54.5mm(アメダス伽藍), 最大6時間雨量は210mmであり(図-3), 被災時刻15日21時の累積雨量は317mmである。これにより, 八百津町とその周辺で土砂災害が5箇所発生した。

2011年9月4日台風12号により紀伊半島では, 多くの土砂災害が発生し, 那智勝浦町においては, 表層崩壊に端を発した土石流による土砂流出や河川等の氾濫により, 28名の死者・行方不明者が発生した。この人数は紀伊半島豪雨災害の約40%を占める。周辺雨量観測所であるアメダス色川の最大時間雨量は50mm/h, 最大6時間雨量は229mmであり, 被災時刻4日03時の累積雨量は1025mmである(図-4)。最大時間雨量や最大6時間雨量が小雨地域の値と大差ないのに対して, 被災時の累積雨量が格段に異なる点は注目し値する。

#### 4. 各災害時の流出・排水係数および実効雨量

各災害にて求められた流出・排水係数 $b$ と地域雨量 $R_{1/2}$ の関係を図-5に示す。地域雨量 $R_{1/2}$ は当該地区の超過確率2年に1度の日雨量を表す。この $R_{1/2}$ の日雨量を地域雨量 $R_{1/2}$ として用いることによって, 山地の崩壊化作用(マスマーブメント)などの自然史特性が表されるものと考えた。さて, 今回求められた少雨地域の滋賀県大津市南部のデータがこれまでの関係図(林ら, 2011; 2012)に追加されている。図中の「大」下の○点がそれであり, これまでの直線のほぼ直上にプロットされている。係数 $b$ と地域雨量 $R_{1/2}$ の関係は適切な観測所のデータを用いれば, 両因子は直線関係を保持すると考えられる。

先の図-2~4に, 各災害の発生降雨に対応する実効雨量(水貯留量)と時間雨量等の経過が示されている。図中の縦矢印が土砂災害の発生時刻であり, この時点で実効雨量は270mmに達している。ここに載せた土砂災害は, 先のゲリラ豪雨による少雨地域2件, 台風性の豪雨による多雨地域1件の降雨状況である。少雨地域の場合, 実効雨量は270mmに達した後, 無降雨であっても容易には200mmを割り込まず, 実効雨量の低下速度が遅い。これは基盤からの排水量が少ないためである。これに対し, 多雨地域である那智勝浦町の場合, 基盤からの排水量が大きく, 被災時累積雨量が1025mmであっても基盤上の水貯留量(実効雨量)は270mmであり, 残りの多くは基盤から下部に排水されたものと考えられる。このように, 多雨地帯では, 図-5のように基盤への排水係数が高く, 自然史的過程を経てこのような基盤構造が形成されているものと考えられる。

引用文献 林拙郎・山田孝:砂防学会研究発表会概要集, 2011,2012, 林拙郎:保全砂防学入門, 電気書院, 彦根地方气象台:滋賀県の気象, 平成24年年報, 2013, 鈴木雅一ら:新砂防34(2),1981, 林拙郎ら, 投稿中

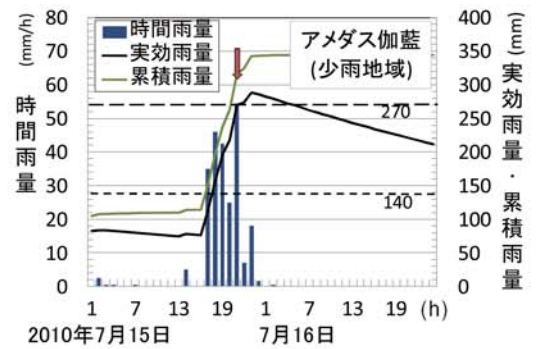


図-3 2010年7月15-16日の八百津町の時間雨量など

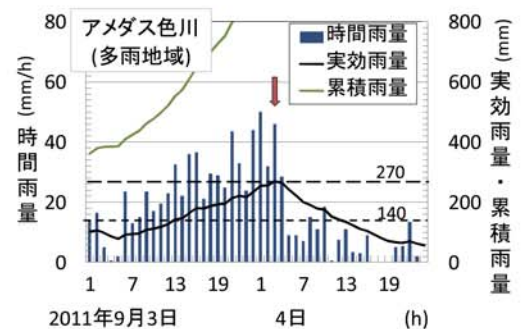


図-4 2011年9月3, 4日の那智勝浦町の時間雨量など

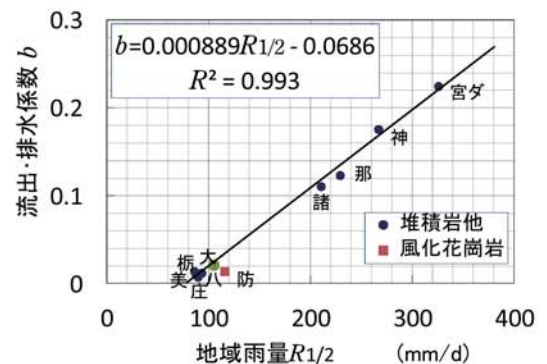


図-5 流出・排水係数と地域雨量 $R_{1/2}$ の関係