

土砂災害に対応した豪雨度と災害規模の関係 -豪雨度による崩壊個数の把握-

○林 拙郎(静岡大防災総合センター(客員))・山田 孝(北大農学研究院)

1. はじめに

豪雨によって発生する土砂災害の発生予測は、実効雨量、土壌雨量指数、連続雨量を用いるなどの方法によって、降雨状況をみながら実用上に行われるようになって来た。これらの発生予測は、土砂災害の発生初期の時刻を予測するものであって、最終的な豪雨の量によってどのような土砂災害が発生するのかなどの豪雨の結果としての全体像を評価するものではない(林・山田, 2013)。

筆者らは、土砂災害を発生させた豪雨の結果としての豪雨度・豪雨階の設定法を示し、豪雨に対する評価法を検討した(林・山田, 2017)。ここでは、求められた豪雨度の意義について検討する。

2. 従来の成果および研究方法

我々が、災害発生後に調査に行くとき目にする光景は、散在する斜面崩壊や土石流発生後の状況であり、多くは豪雨終了後の景観である。一方、地震発現後における計測震度は、地震動による被害の程度を示す指標であり、地震動における速度と加速度が主に関係している。豪雨による土砂災害として目立つ現象は、表層崩壊・深層崩壊・地すべり・土石流・沢抜けであり、発生時間の早い遅いはあるものの間隙水圧の上昇による土層抵抗力の減少により発生する。このような現象は、山腹内の地下水や浸透流の上昇、あるいは浸透流の谷川への浸出によるものであり、降雨が長引けば累積雨量(総雨量)が与える影響は大きい。これら豪雨の影響が関係する成分を考えると、急激な変化を発生させるトリガー雨量と長期的な変動に關係する先行雨量との2因子の成分が挙げられる(林・山田, 2017)。

ここでトリガー雨量 R_{0-1} とは、災害当日と前日の累積雨量(総雨量)であり、先行雨量 R_{2-15} は前々日から2週間前までの累積雨量(総雨量)である。この2因子を用いた先駆的研究として網干・低引(1972)の研究がある。図-1はその後のデータを追加した佐々木(2008)によるものである。これらの考え方をまとめた図が図-2である。典型的な土砂災害は、図中「C」であり、先行雨量が大で、且つトリガー雨量が大の場合であり、この他、先行雨量が小でトリガー雨量が大きく(「A」)ても、逆にトリガー雨量が小で先行雨量が大きくても(「B」)土砂災害は発生する。

3. 土砂災害の豪雨度

上で述べた R_{2-15} と R_{0-1} は、豪雨の地域性が発生するので、地域雨量 $R_{1/2}$ を用いて基準化すると、次の2因子(x_R , y_R)が設定される(林・山田, 2017)。

{先行水分度($R_{2-15}/R_{1/2}$), トリガー度($R_{0-1}/R_{1/2}$)}

(1)豪雨度・豪雨階の設定法

右図(図-3上)をみると、先行水分度とトリガー度の最大値はどちらも5であり、縦軸と横軸の最大値は同一となっており、少なくとも数値上は横軸と縦軸の影響度は同一となっている。これは先行雨量の期間を2週間とした場合であり、1週間とした場合、豪雨Cに対し横軸と縦軸の最大値は同一とならない(図-3下)。これより、先行降雨の期間を2週間とすると豪雨Aと

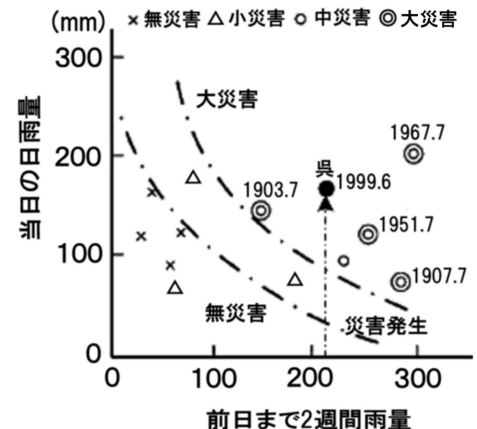


図-1 前日までの2週間雨量と当日の日雨量の関係(佐々木(2008)を修正)

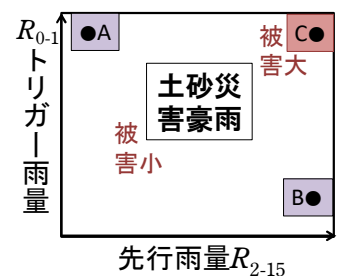


図-2 土砂災害豪雨の把握法

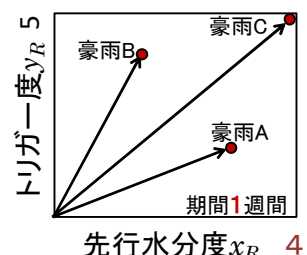
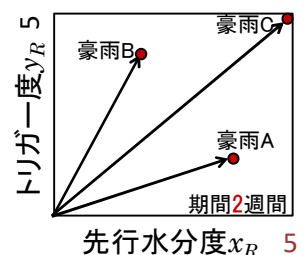


図-3 豪雨Aと豪雨Bの影響度の同一性

豪雨 B の大きさは同一とみることができ、豪雨度 H は次式で表される。

$$H = \sqrt{X_R + Y_R} \quad (1)$$

(2)各豪雨の豪雨度、豪雨階

右の図-4は、先行降雨の期間を2週間（横軸・縦軸の最大値を5）とした場合の各豪雨に対する豪雨度、豪雨階を示したものである。紀伊半島豪雨のときの紀伊風屋（紀風）と長崎豪雨（長）が豪雨階 H6 であり、この2つの横軸・縦軸の値が [4-5] という同じ枠に入っている。この図-4を改めてみると、豪雨階 H5 の豪雨の範囲が空白であり、H5 のデータはここまでのデータの中にはみられない。そこで、東北日本の豪雨と2017年の九州北部豪雨を追加したものが図-5である。2017年九州北部豪雨のデータは、北小路公民館の雨量計によるものであり、山地部のデータとみてよい。このときの豪雨度は、 $H=6.9$ で長崎豪雨と紀伊半島豪雨の豪雨度を上まわっており、得られたデータの中では最大である。

4. 豪雨度と崩壊個数

ここまで、先行雨量とトリガー雨量に基づき豪雨度を設定した。設定した先行水分度は2週間前から山腹内に浸入した水分量であり、トリガー度は間近に山腹内へ浸入した水分量である。両因子とも、土砂災害に与える影響度は同等とみられる。両因子の影響を評価したものが豪雨度であり、豪雨度は崩壊規模や崩壊個数に影響を与えるはずである（林，1985）。この関係を調べたものが図-6である。

図-6は、呉における1951年～1972年までの豪雨度 H に対する崩壊箇所数 n の全データを示したものである。両者の関係はべき乗関係で表せそうであるが、大規模災害の後のデータも含んでおり、その影響を考慮する必要がある。

例えば、図-5の「67 呉」の豪雨階が H3 で、「69 呉」の豪雨階が H4、また「72 呉」が H3 という値となっているが、各豪雨による崩壊箇所数は、それぞれ1563箇所、145箇所、296箇所である（呉市消防局，1977）。「69 呉」の豪雨度が「67 呉」の豪雨度より大きいにも関わらず、後の豪雨の方が崩壊箇所数が少ないのは、両者の期間が短いために、後の豪雨は前の豪雨で崩れずにあった斜面がせいぜい崩れたものと考えることができ、本来崩れるべき斜面が前の豪雨によって崩れたために、その後の豪雨では当初の斜面全体が崩れることはなかったものとみられる（林，2008）。これらの影響を除去することが今後必要となる。

引用・参考文献

網干寿夫・低引洋隆(1972)第7回土質工学研究発表講演集,507-510. 林拙郎(1985)日本林学会誌67(6). 林拙郎(2008)保全砂防学入門,電気書院. 林拙郎・山田孝(2013)砂防学会誌66(2). 林拙郎・山田孝(2015)地盤工学ジャーナル10(1). 林拙郎・山田孝(2017)自然災害科学36(3). 呉市消防局(1977)呉市の火災と水災の記録. 佐々木康(2008)土に関する三つの話題, JICE REPORT, 13,74-85. 鈴木勇二・南哲行・他(1998)砂防学会誌69(3). 竹歳健治(2016)砂防学会誌69(3).

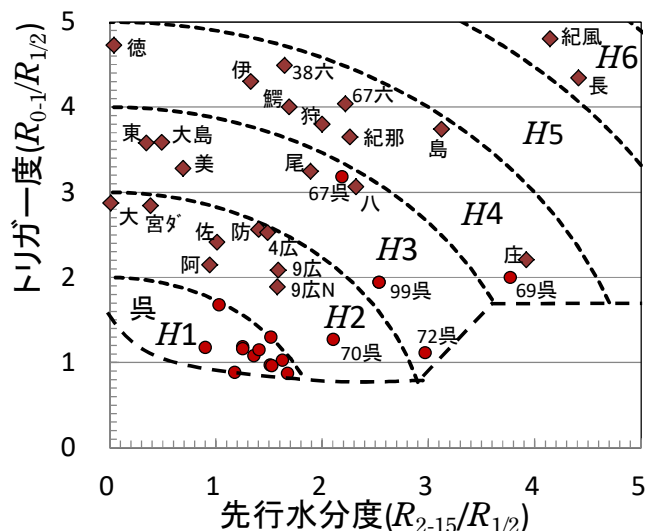


図-4 各豪雨に対する豪雨度、豪雨階

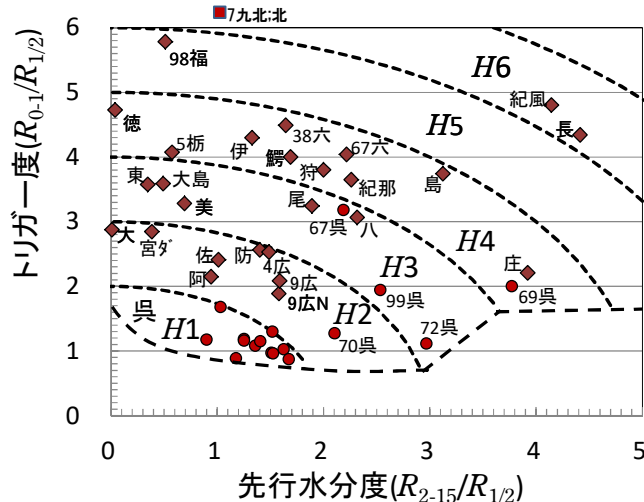


図-5 H5 および最近の豪雨を加えた豪雨度、豪雨階

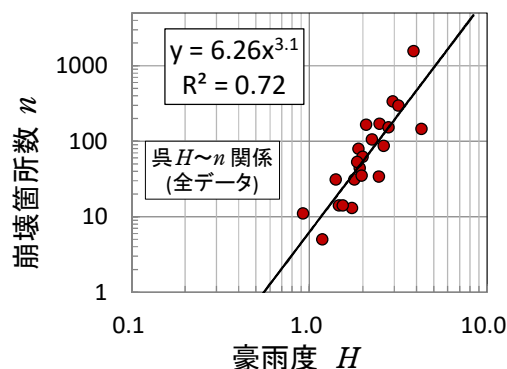


図-6 豪雨度と崩壊箇所数(呉 1951-1972)