

35 がけ崩れ発生限界雨量について

(財) 砂防・地すべり技術センター ○松沢 昌志

同 上 大原 正則

建設省中部地方建設局河川部 今井 一之

福井県土木部砂防課 杉原 忠弘

1. はじめに

近年、高度な土地利用が進むとともにスプロール現象が進み、今まで人が住むことのなかった溪流沿いおよび傾斜地近傍に住宅が建ち並び、土砂移動現象による災害発生のポテンシャルが高まっている。この様な状況下で、土砂移動現象による人的被害が毎年発生しており、その発生件数は減少傾向にないのが現状である。

本検討では、土砂災害のうち、がけ崩れによる人的被害の減少を図ることを目的とし、がけ崩れの発生を把握するためにがけ崩れ発生限界雨量について検討したものである。

2. がけ崩れの実態

がけ崩れは、降雨時のみならず無降雨時にも発生がみられるが、無降雨時に発生したがけ崩れの発生件数は非常に少なく、がけ崩れの発生誘因は降雨であると考えられる。

がけ崩れの発生に関する検討にあたり、その実態を斜面の素因および誘因から検討した。本検討では、全国における近年にがけ崩れが多発した地域から、その発生時刻および近傍の降雨観測所での観測データが得られる箇所の室蘭市、横須賀市、玉野市、呉市、下関市の5地域で発生したがけ崩れに関する資料を収集し検討を行った。このうち、呉市における昭和51年と昭和60年に発生したがけ崩れの発生位置を図-1に示す。これら発生したがけ崩れの素因等を調査したところ、地質、斜面勾配、斜面の方向、地被物等の大きな違いはなく、一方、がけ崩れ発生のタイミングを時系列でみると、降雨のピーク付近で集中して発生する傾向がうかがえる。

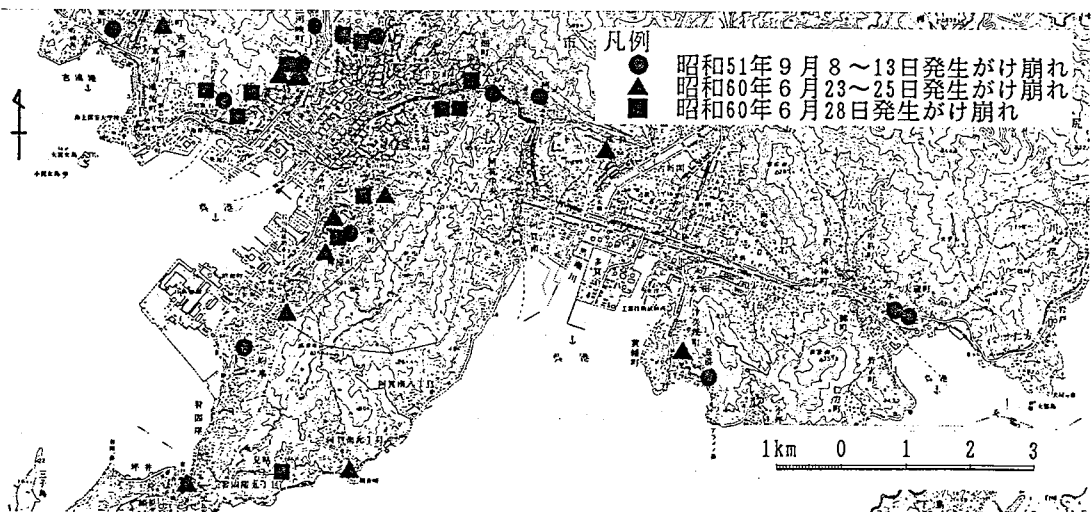


図-1 がけ崩れ発生位置 (広島県呉市)

呉市における降雨時のがけ崩れ発生の時系列を図-2に示す。がけ崩れは、降雨初期から終了まで発生しているが、初期においては単発に発生しており、降雨量が増加するに従い発生の間隔が短くなり、

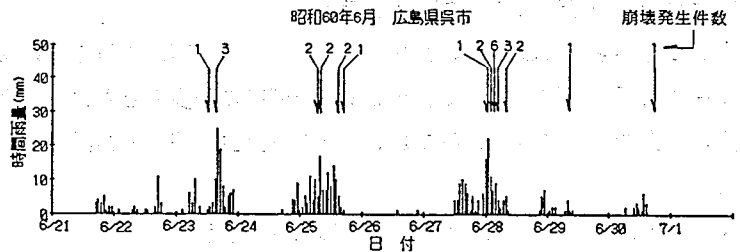


図-2 がけ崩れ発生時系列

降雨のピーク時には多発していることが解る。他地域における発生の実態からも、一連の降雨においてこの様ながけ崩れ発生に関する特徴がみられる。

以上、がけ崩れの実態から検討すると、その発生に関して斜面の素因から整理することは困難であると考えられるが、誘因である降雨の量の多さとの関係が認められる。

3. がけ崩れ発生と降雨との関係

図-3、4にがけ崩れの発生件数と連続雨量、実効雨量（定義は後述の式）とのそれぞれの関係を示す。連続雨量との関係では、連続雨量0mm以上から350mm以上まで広く分布し、200mmから300mm未満で発生件数は多くなり（全発生件数の4割強）、また350mm以上で多くなっている（全発生件数の4割弱）ことから連続雨量を指標として用いた場合バラつきが大きく、適当ではないと判断される。一方、実効雨量との関係では、少量での発生件数はあるものの、その上限は250mm未満とその分布範囲が狭く、150mm以上250mm未満に発生件数が集中しており（全発生件数の7割強）、がけ崩れ発生の整理の指標として適当と考えられる。

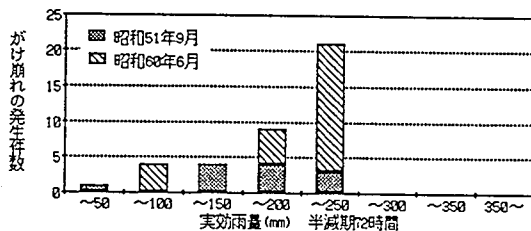


図-3 がけ崩れ-連続雨量

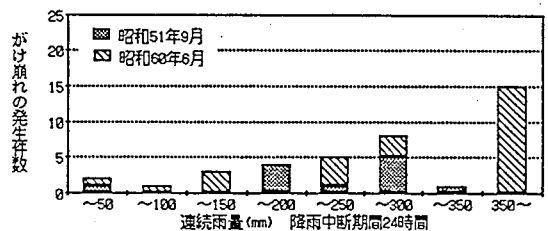


図-4 がけ崩れ-実効雨量

ここで、降雨流出計算の1手法であるタンクモデルとがけ崩れの関係について検討してみる。タンクモデルは、流域での雨水の貯留・流出をタンクで表し、その貯留高と流出高の関係で流出量を計算する手法であるが、これまでの研究によるとここでのタンクの貯留高が一定値を越えるときと土砂災害の発生時刻の対応がみられると報告されている。¹⁾ 図-5にこの既往の研究で検討されたモデルでのタンクモデルの貯留高と、呉

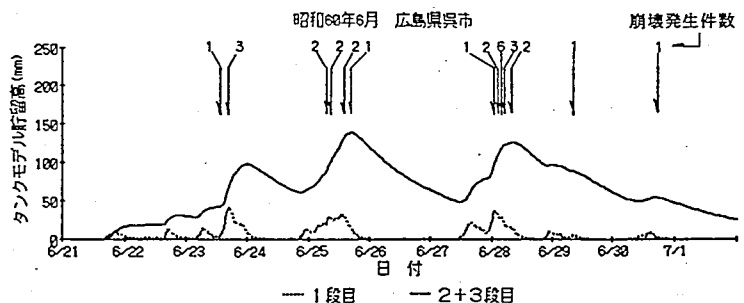


図-5 タンクモデル貯留高の変動とがけ崩れ発生

市におけるがけ崩れ発生との関係を示す。

この図から解るように、タンクの貯留高がある程度の値以上になると、がけ崩れの発生件数が増え、ピーク付近で多発している。そして、貯留高の減少とともにその発生件数はなくなる。このことより、先の研究での報告の確認ができ、がけ崩れ発生との整理・検討に関して有効な指標となることが考えられる。

4. がけ崩れ発生との整理における降雨指標の検討

前述の研究をさらに進めた研究では、表層付近の水の多さを表す指標としてタンクモデルの1段目の貯留高が、さらにその下の層の水の多さを表す指標としてタンクモデルの2・3段目の貯留高が適合し、さらに前期降雨の影響を考慮した積算雨量である実効雨量と、これらタンクモデルの貯留高の変動とが良く符合すると報告されている。²⁾つまり、タンクモデルの1段目の貯留高と実効雨量時間半減期1.5時間（以下1.5時間実効雨量という）と、タンクモデル2・3段目の貯留高と実効雨量時間半減期72時間（以下72時間実効雨量という）とが符合する。

タンクモデルは、地域によりそのモデルを設定しなければならない。既にモデルが設定されていればその運用は容易であるが、モデル設定までの諸係数の検討など手間のかかる作業が必要で、全国的ながけ崩れ発生との整理を行うには、指標として不向きである。

一方、がけ崩れ発生との整理に有効なタンクモデルの貯留高の変動と符合する実効雨量を用いることは、全国どこの地域においても同じ計算手法によりがけ崩れ発生との整理ができ、汎用性のある整理指標と考える。

これらから、がけ崩れ発生に関する整理指標として、1.5時間実効雨量と、72時間実効雨量とを用い整理することとした。

ここで、実効雨量とは、次の式で定義される雨量である。

$$R_t = \sum_{n=1}^T (\alpha_{t-n} \cdot r_{t-n}) + r_t$$

ここに、 R_t : 時刻 t における実効雨量

α_{t-n} : n 時間前の減少係数 = $(0.5)^{n/T}$

T : 半減期

r_t : 時刻 t における時間雨量

r_{t-n} : 時刻 t より n 時間前の時間雨量

5. がけ崩れ発生限界雨量

1.5時間実効雨量および72時間実効雨量とを用い、がけ崩れ発生時の降雨によりその発生を整理する。図-6に呉市におけるがけ崩れ発生を整理した図を示す。発生時系列により、降雨初期に発生したのがけ崩れと、降雨のピーク付近で多発したのがけ崩れとそれ以降に発生したのがけ崩れとに発生点を選定すると、前者は実効雨量が少ないグループ、後者は実効雨量が多いグループと2つのグループに分けられることが解った（図-6参照）。このことは、他の4地域においても同様のことであった。

今回は、地域の広い範囲に影響を及ぼす発生箇所数の多い降雨のピーク付近で発生するがけ崩れを対象に、収集した事例から該当のがけ崩れの抽出を行い、そのがけ崩れ発生限界雨量について検討することとした。

1.5時間実効雨量および72時間実効雨量のどちらの値もより小さい原点に近い点を目安に、発生限界雨量を設定した。図-7に呉市における降雨のピーク付近で発生したがけ崩れの発生限界雨量を示す。原点により近い発生点と、降雨データが時間雨量であるため1時間前のスネーク曲線上の点との中間点を結ぶ線を発生限界雨量線として設定した。

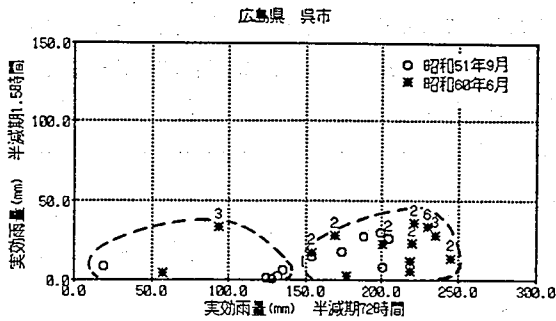


図-6 がけ崩れの整理

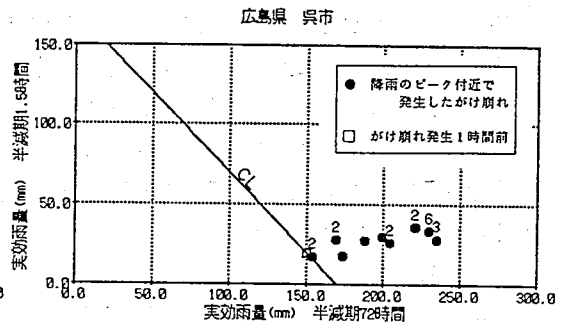


図-7 がけ崩れ発生限界雨量

ここで、がけ崩れ発生限界雨量の検討を行った5地域について、対象とした発生事例のうち設定された限界雨量線を越えて発生したがけ崩れと、越えずに発生したがけ崩れの全発生件数に対する割合を表-1に示す。

表-1 発生限界雨量の評価

地区名	期 間	期間内 がけ崩れ発生箇所数	CLより右側にある がけ崩れ		CLより左側にある がけ崩れ	
			箇所数	割 合	箇所数	割 合
室 蘭	昭和51年～昭和63年	2 5	2 3	92.0%	2	8.0%
横 須 賀	昭和57年～昭和63年	1 4 3	8 7	60.8%	5 6	39.2%
玉 野	昭和51年～昭和63年	1 2	1 1	91.7%	1	8.3%
呉	昭和51年～昭和63年	3 9	2 9	74.4%	1 0	25.6%
下 関	昭和51年～昭和63年	1 7	1 2	70.6%	5	29.4%

6. おわりに

今回の検討は、降雨のピーク付近で発生するがけ崩れを対象に検討し、その設定が可能であることが確認された。この設定されたがけ崩れ発生限界雨量は、降雨のピークを過ぎてから発生するがけ崩れに関しても有効であることが確認されている。また、室蘭市、玉野市のように地域によっては降雨の初期に発生するがけ崩れが極めて少ない地域もあり、検討された限界雨量の設定方法は、多くのがけ崩れに対し有効な手法であると考えられる。

今後は、対象としなかった降雨初期に発生するがけ崩れについて、斜面の素因等からその発生機構について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 土石流災害発生危険雨量：新砂防 110 (1979)、鈴木雅一・福嶋義宏・武居有恒・小橋澄治
- 2) 基準雨量の検討：武居有恒