

23 土石流警戒避難基準雨量設定の留意点

助砂防・地すべり技術センター ○黒川興及，安江朝光，菊井稔宏，小菅尉多

1. はじめに

土石流対策として総合的な対策が求められ、ソフト対策としての警戒避難体制の確立が重要である。この警戒避難の基準として土石流警戒避難基準雨量は、総合土石流対策技術検討会(昭和59年3月)によって「土石流災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案)」で作成方法が示されている。この指針(案)に従って、これまで(昭和61年11月)、都道府県(47)、建設省および北海道開発庁の工事事務所(34)のうち、設定終了および調査中が78%となっている。

一方、当財団においては昭和59年度に「土石流警戒避難基準雨量検討委員会」(委員長 芦田和男 京都大学防災研究所教授)を設置して、これまで8ヶ所の基準雨量の検討を進めてきた。本報告はこの検討の過程で、上記指針(案)に従って基準雨量を設定する場合の留意点についてとりまとめたものである。またあわせて、指針(案)の実効雨量について若干の考察を加えた。

2. 指針(案)に従って作成する場合の留意点

(1) ブロック区分は原則として溪流単位となっているが、データの精度や行政的な対応から限界がある

- ・ブロック区分は同一の基準値を採用できる範囲を示したものである。
- ・地域内の別の溪流で土石流が発生すれば、自分の所の溪流では発生しなかったとしても、避難の空振りとは感じないであろう。このように社会的な一体感がある範囲もブロック区分では考慮する。
- ・ブロック区分は外力の条件(雨の降り方)と場の条件(地形地質等)を同一視できる場所に区分するものである。
- ・たとえば、地質の差が土石流発生の有無に有為な差があるかを明確にするためには過去の土石流の発生分布を調査する。
- ・ただし市町村の防災体制の上では同一市町村内は1つの基準であることが望ましく、ブロックの最小単位は市町村とするのが現実的対応となろう。

(2) 既往最大1時間雨量が雷雨(夏季に発生するいわゆる“夕立”)であり、基準値が設定できない場合がある

- ・有効雨量(総雨量)が大きな降雨と雨量強度が大きな降雨に同時性がない場合(多くは雷雨に相当する) R_{H1} の設定に留意する。特に極端に降雨強度の高くなる雷雨(非発生)は指針(案)で対応できないケースもあるため、検討してデータから取り除く。
- ・その意味からも、降雨資料は気象要因別に整理する。特に非発生降雨については雷雨等特異な降雨を明確にしておく。

(3) 雨量強度が極端に小さい崩壊・土石流発生データがあり、CL設定が困難である

- ・崩壊発生データで

- ①崩壊から即土石流になるおそれのあるもの、
- ②単なるがけ崩れで終わるもの、

に区分して①のデータはCL設定の際に尊重する。

- ・土石流発生の雨量強度が極端に小さい場合は、発生付近（2～3時間以内）の最大1時間雨量での検討も行ってみる。また発生時間の不明なものは、一連の降雨の最大1時間雨量発生時とする。
- ・土石流発生降雨が非常に小さくなっている場合には、降雨状況が代表観測所と発生地点が異なっていたことが考えられ、以下のような対応を試みる。

①等雨量分布図を作成して、降雨の代表性を検討する。

②発生地点近傍の観測データを用いる。（非発生降雨は代表観測所のデータを用いる）

(4)降雨データが不足である

- ・土石流発生記録のみで、降雨量が欠測のデータについては、他の観測所データから類推して補う。
- ・代表観測所のみでブロック内の降雨を常に代表することはできない。すなわち雷雨等の集中豪雨は捕捉できない場合がある。このため、ブロック内および周辺に降雨観測所がある場合、参考のためそれらの降雨資料も収集整理する。また、できればレーダー雨量計のデータを用いて補足する。

(5)CLの妥当性が明らかでない

- ・分離性だけでCLの良否は判断できない。発令頻度などを含めて、これらは一つの判断目安であるので、さらにデータの質的な問題なども考慮すべきである。
- ・空振りは R_{H1} の取り方で変化し、短時間降雨予測が導入されるとEL、WLの概念はなくなり、CLを超えるかどうかの判断で避難の発令となる。その意味からCLは発令頻度等に左右されないで土石流発生の現象に着目して設定すべきである。
- ・土石流発生限界が高くなり過ぎる場合は、近傍の他流域のCLを参考とする。
- ・指針(案)には土石流の規模の概念がない。そのため、砂防施設の整備水準に合わせてCLを変えることは適当ではない。

3. 実効雨量についての考察

指針(案)の実効雨量は『連続雨量に前期実効雨量を足したもの』と定義し、前期雨量には日単位で減少係数を掛けて、連続雨量(一連の降雨の総雨量で、24時間の無降雨検出時の総雨量)については累積雨量の値そのままを使用している。

したがって、24時間以上の雨の中断がない限り、実効雨量は雨が降れば降るほど増加することとなる。その結果以下の問題があり、これらを解決する必要がある。

① 24時間以上の降雨の中断がなく、ドラドラ降り続く長雨の場合には、容易に基準値に達するケースとなる。

② 一度、ELに達すると24時間の雨の中断がない限り、避難体制の解除ができない。

以上の問題の解決方法について以下のような考察を加えた。

(1) 実効雨量の取扱い方

通常の土石流発生には短期間降雨(降雨強度)の影響が大きいものと考え、前期実効雨量と同様に、連続雨量にも減少係数を掛けて実効雨量を算出する。この実効雨量をここでは残留雨量と称する。

(2) 残留雨量の算出方法

現在降った降雨量の前に降った降雨量の影響度合いを考える。前に降った降雨の影響の減少を評価するのに様々な考え方があると思われるが、ここでは指数関数的に減少するものとして、減少係数を半減期で表すとA式のようなになる。

$$\alpha = 0.5 \left(\frac{t}{T} \right) \dots \dots \dots \text{A 式}$$

したがって、残留雨量 (R_z) は、B 式のように表される。

$$R_z = R_o + \alpha_1 R_1 + \alpha_2 R_2 + \dots + \alpha_n R_n + \dots \dots \dots \text{B 式}$$

表 - 1 減少係数

時 間 t (hr)	半減期			
	T = 78hr	T = 48hr	T = 24hr	T = 12hr
1	0.9904	0.9857	0.9715	0.9439
6	0.9439	0.9170	0.8409	0.7071
24 (1日)	0.7937	0.7071	0.5000	0.2500
48 (2日)	0.6300	0.5000	0.2500	0.0625
168 (7日)	0.1984	0.0884	0.0078	0.0001
366 (14日)	0.0394	0.0078	0.0001	0.0000

半減期毎の減少係数は
表 - 1 の通りである。

(3) 指針(案)による実効雨量と残留雨量との対比

対象とした降雨のハイトグラフは図 - 1 のとおりである。また、前期雨量は 2 日前は 8.5mm、3 日前は 59.5mm、4 日前は 41.5mm、5 日前は 5.0mm、6 日前は 5.0mm、7 日前は 28.5mm であり、連続雨量は 440.5mm である。

実効雨量と残留雨量による雨量曲線を図 - 2 に示す。実効雨量は前期雨量を 1 日半減とし、残留雨量は半減期 72hr (3 日)、48hr (2 日)、24hr (1 日) とした。

実効雨量については、24 時間以上降雨の中断がない限り、降雨が降れば降るほど増加するが、残留雨量は降雨が少なくなると降雨曲線は減少することとなり、24 時間以上の中断がなくても一旦、EL を超えた降雨曲線が EL より下がることになる。ただし、EL より下がった段階で避難を解除することは問題があり、これだけで解除の問題を解決することはできず、降雨予測と合わせて考えるべきである。また、この方法を適用する前に、残留雨量を用いた場合の非発生降雨と発生降雨との分離性を検討しなければならない。

その他、長雨の問題に対処する解決策としては、どんなに実効雨量が多くなってても、最低限の雨量強度がないと CL を超えないように、CL 自体を折れ線等にすることも考えられる。

4. とりまとめおよび今後の課題

本報告では指針(案)に従って基準雨量を設定する際のポイントを示した。また、長雨で問題となる実効雨量について若干の考察を加えた。基準雨量の設定に関しては、以下のような課題があり、今後解決を図っていく必要がある。

- ① CL 設定に主観の入る予知があるため、降雨量・地質・地形等で基準化を図る。
- ② EL 設定のための R_{H1} を既往最大としていることから、どうしても空振りが多くなる。今後 1 時間に降る雨量が予測できれば問題がなくなることから、降雨予測の利用を検討する。
- ③ 土石流が発生する状況ではかけ崩れも発生するが、土石流の基準をかけ崩れにも適用するには問題があり、かけ崩れに対しては基準および避難体制全体で検討する。

おわりに、本報告の成果の多くは前記委員会の御指導、御助言に基づくものであり、芦田委員長をは

〔参考文献〕1.総合土石流対策(Ⅱ)-土砂災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案),建設省河川局砂防部監修

1時間雨量(mm)

時刻

1日 2日 3日 4日 5日 6日 7日 8日 9日 10日 11日 12日 13日

Figure 1 is a line graph showing the relationship between rainfall amount (mm) and time (date and time). The Y-axis represents rainfall amount in mm, ranging from 0 to 400. The X-axis represents time, with dates from March 3rd to March 11th and specific times (0, 12). The graph includes four data series: '実効雨量' (Effective Rainfall), 'E.L.', 'T = 7.2 hr', and 'T = 4.8 hr'. The '実効雨量' series is a step function showing cumulative rainfall. The 'E.L.' series is a horizontal line at approximately 180 mm. The 'T = 7.2 hr' and 'T = 4.8 hr' series are curves that peak around March 5th and then gradually decrease.

— 88 —