

降雨特性を考慮した土砂災害発生規準線の試み

(株)土木技術コンサルタント

寺岡 奈実*

元 広島工業大学 フェロー会員 ○熊本 直樹

(*: 研究当時は広島工業大学大学院生)

1. はじめに

著者らは平成 29 年度土木学会中国支部研究発表会で、平成 28 年 6 月の豪雨による広島県東部の土砂災害について報告した¹⁾。その報告の中で、「提言案」を用いるときの土砂災害発生規準線 (critical line ; CL) として、国総研が示した降雨条件による CL²⁾を用いると平成 28 年 6 月の豪雨による災害を予測できた可能性があることを示した。しかし広島県の降雨特性と上記国総研が示した降雨条件による CL の関係については未検討であった。そこで本研究では広島県の降雨特性を考慮した CL について検討した。

2. 文献 1) で使用した提言案の CL

(1) 提言案

提言案はグラフの横軸に半減期 72 時間実効雨量 (R_w) を、縦軸に半減期 1.5 時間実効雨量 (r_w) をとる (図 1)。図 1 の白丸は土砂災害が発生しなかったケース、黒丸は土砂災害が発生したケースで、これらのプロットした丸を仕分ける形で線を引くことができる。この線を「土砂災害発生規準線」(critical line, CL) と呼んでいる。降雨の状況をプロットし (スネークライン)、スネークラインが CL に近づくと危険が迫ったと判断する。提言案の技術的な課題は適切な CL を設定することである (図 2)。

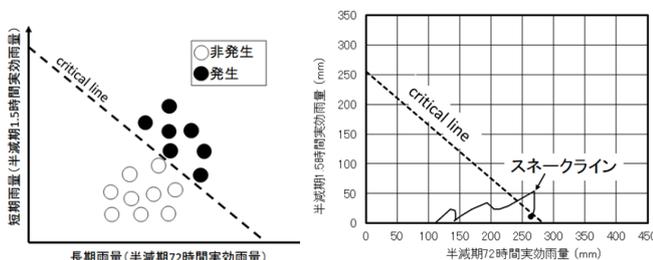


図 1 提言案図²⁾

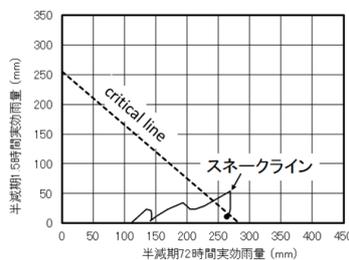


図 2 スネークライン

(2) 国総研が示した降雨条件による CL

文献 1) で用いた CL は、国総研が日本国の平均とし

て示した降雨条件で決定した CL²⁾で、図 3 に示すとおりである。図 3 に示している降雨量のランク分けは表 1 に示すとおりである。すなわち、図 3

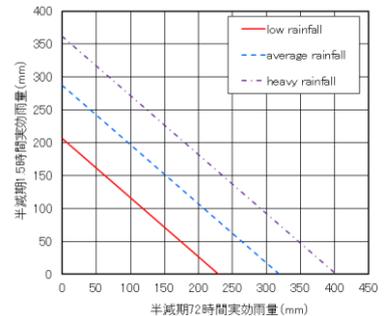


図 3 文献 1) で使用した CL

に示す降雨量のランクは 100 年超過確率規模の日雨量と関係づけられており、文献 1) の研究では広島県内の降水量と表 3 に示されている確率降水量との関係が検討されていなかった。

表 1 図 3 の降水量の規模²⁾

降水量のランク	100 年超過確率規模の日雨量
low rainfall region	250mm/day 未満
average rainfall region	250mm/day 以上 350mm/day 未満
heavy rainfall region	350mm/day 以上

3. 図 3 の CL と広島県の土砂災害の適合性

(1) 比較検討用土砂災害データ

2016 年度に広島県管轄道路で行われた災害による通行規制件数は 140 件あり、土砂崩れが規制原因となった件数は 91 件あった。発生位置を図 4 に示す。この土砂崩れ 91 件のデータを用いて、図 3 の CL と広島県の土砂災害の適合性を検討した。

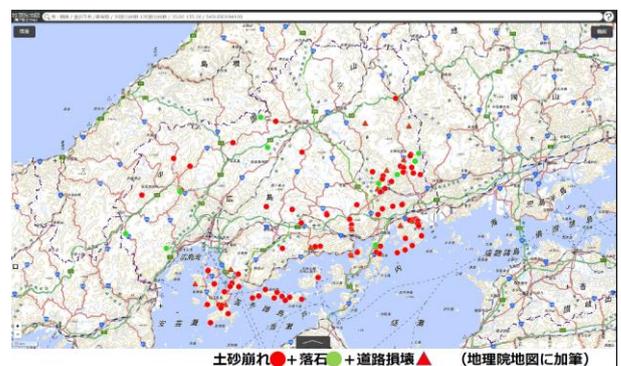


図 4 2016 年度に広島県管轄道路で発生した災害

キーワード 土砂災害, 提言案, 土砂災害発生規準線, クリティカルライン

連絡先 n.kumamoto.wr@theia.ocn.ne.jp

その 91 件の中で明らかに降雨が主原因と思われる件数、具体的には半減期 1.5 時間実効雨量が 30mm 以上又は半減期 72 時間実効雨量が 100mm 以上の土砂崩れが 74 件あった。この 74 件のデータを用いて図 3 の CL の適合性を検討する。

(2) 図 3 の CL と土砂崩れの関係

(a) 実効雨量の算定

広島県防災 Web で広島県内 410 カ所の雨量データを入力することができる。上記 74 件の土砂崩れ位置に最も近い雨量観測所を選択し、広島県防災 Web の「統計情報」から雨量データをダウンロードして、半減期 1.5 時間及び半減期 72 時間実効雨量を計算した。

(b) スネークラインと CL の比較検討

74 件の土砂崩れについて算定した実効雨量を用いてスネークラインを描き、国総研が日本国の平均として示した CL (図 3) と比較した。その例を図 5 に示す。図 5 (a) はスネークラインが CL に到達している例で、図 5 (b) は到達していない例である。全 74 件の比較結果は以下のとおりである。

- ・スネークラインが CL に到達：21 件
- ・スネークラインが CL に未到達：53 件

この 74 件の土砂崩れは明らかに降雨が主原因となったものを抽出しているの、スネークラインが CL に未到達の件数が 53 件もあると言うことは、日本国平均の CL (図 3) は広島県には不適切であることが分かる。

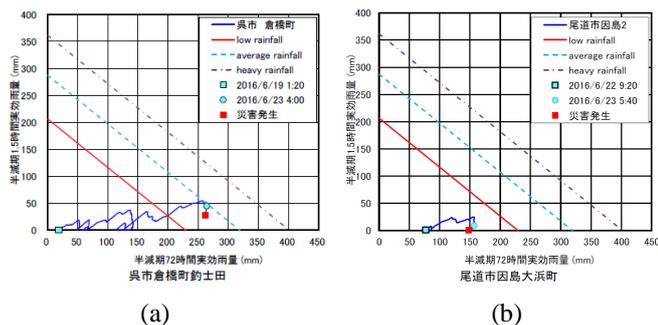


図 5 スネークラインと CL の関係の例 (CL は図 3)

4. 広島県の降雨特性を考慮した CL の検討

(1) 広島県の降雨特性

図 6 は、広島県の年間降水量平年値を示したものである³⁾。広島県南東部は 1200mm 以下と降水量が少なく、広島県北西部は 2200mm 以上と県北西部にいくほど降水量が増加している。八幡は、福山よりも、1000mm 以上降水量が多いことが分かる。

国土地理院承認 平 20 業従 第 647 号

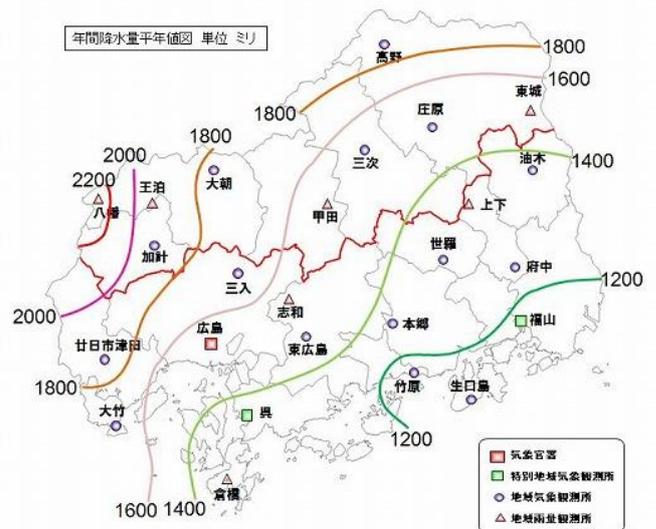


図 6 広島県の年間降水量平年値³⁾

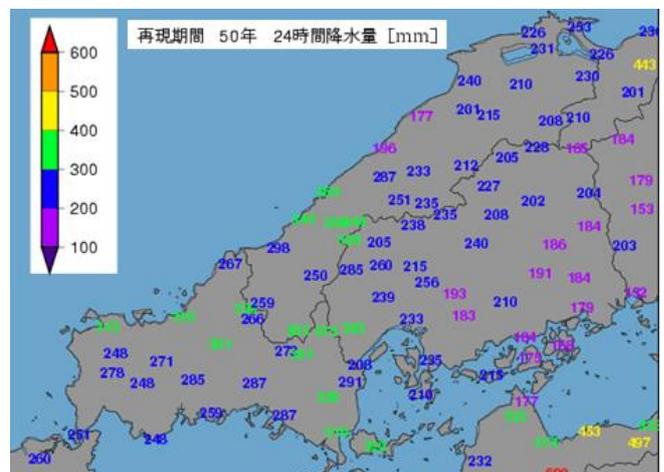


図 7 再現期間 50 年の 24 時間降水量⁴⁾

図 7 は、再現期間 50 年の 24 時間降水量を示したものである⁴⁾。広島県東部は紫色の数字の 100mm 台、県西部の多いところは緑色の数字の 300mm 台を超えており、それ以外は青色の数字の 200mm 台である。気象庁の同じ HP には、再現期間 30 年の 24 時間降水量も示されている。

(2) 本研究で採用した CL 決定手順

文献 2) には CL 策定手順が示されている。その骨子は、①提言案を用いる場合 CL の勾配は -0.9 にする、②この勾配を持ち、100 年確率 1 時間雨量/3 の値 (y 値)、実効雨量 (x 値) を通過する直線を CL とする、というものである。

本研究では 100 年確率 1 時間雨量を算定するための雨量データを持っていなかったため、便宜的に図 8 に示す方法で広島県の降雨特性を考慮した CL を検討し

た。

気象庁が国内各地域の30年及び50年確率24時間降水量を公開しており、そこから広島県のデータを抽出した。次に、その30年及び50年確率24時間降水量を用いて100年確率24時間降水量を推定した。図3に示す国総研のCLは100年確率日降水量と関係づけられている。そこで、気象庁が公開している降水量データで50年確率24時間降水量と50年確率日降水量が判明している地点があるので、そのデータから24時間降水量と日降水量の関係を推定して、100年確率降水量も同じ関係にあると仮定して、広島県の100年確率日降水量を推定した(図9)。次に表1及び図3の100年確率日降水量とCLの関係を用いて、広島県の降水特性を考慮したCLを設定した。具体的に示すと以下のとおりである。

推定した広島県の100年確率日降水量は大竹の降水量が福山並みに少ないなど、いくつか疑問の点があるがこれを試みに次の4つのランクに分けて検討した。

- ①120mm 以上 175mm 未満, ②175mm 以上 225mm 未満,
 - ③225mm 以上 250mm 未満, ④250mm 以上
- これを図示すると、図10のようになる。

表1及び図3の100年確率日降水量とCLの関係を用いて各ゾーンのCLの式を求めると表2のようになる。これを提言案の図に示すと、図11のようになる。



図9 推定した広島県の100年確率日降水量

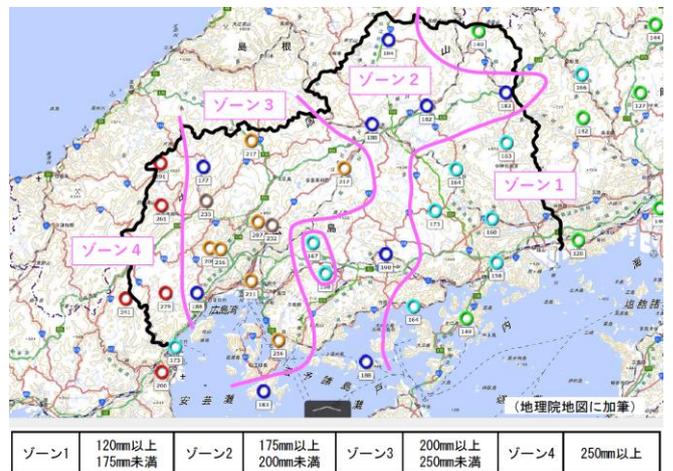


図10 降水量区分とその地域

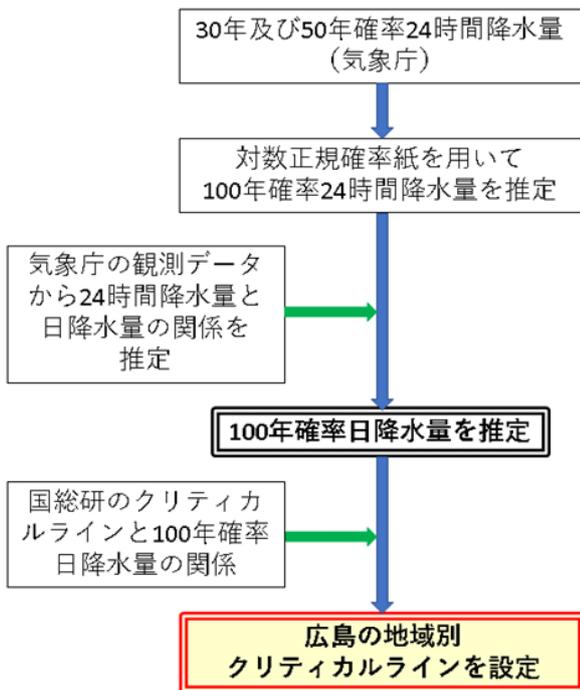


図8 本研究のCL策定フロー

表2 各ゾーンのクリティカルラインの式

ゾーン	CLの式	対応する100年確率日降水量
ゾーン1	$y = -0.9x + 145$	120mm 以上 175mm 未満
ゾーン2	$y = -0.9x + 198$	175mm 以上 200mm 未満
ゾーン3	$y = -0.9x + 227$	200mm 以上 250mm 未満
ゾーン4	$y = -0.9x + 267$	250mm 以上

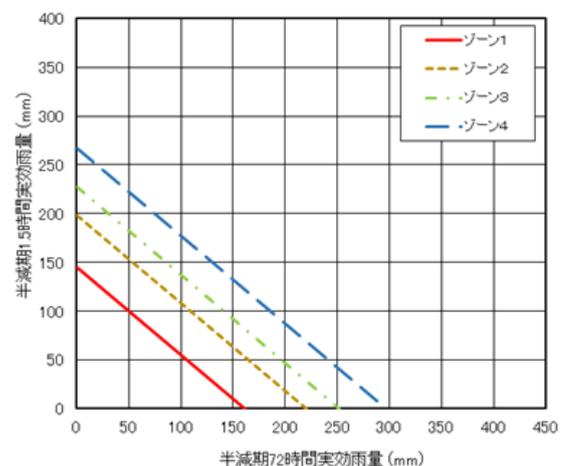
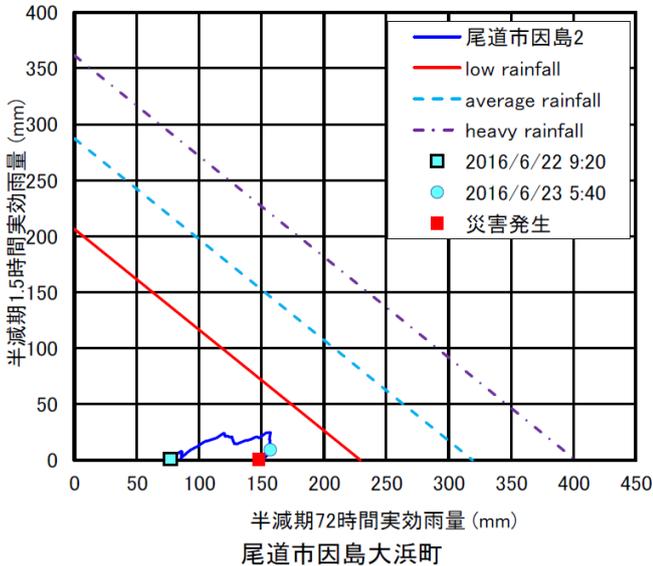


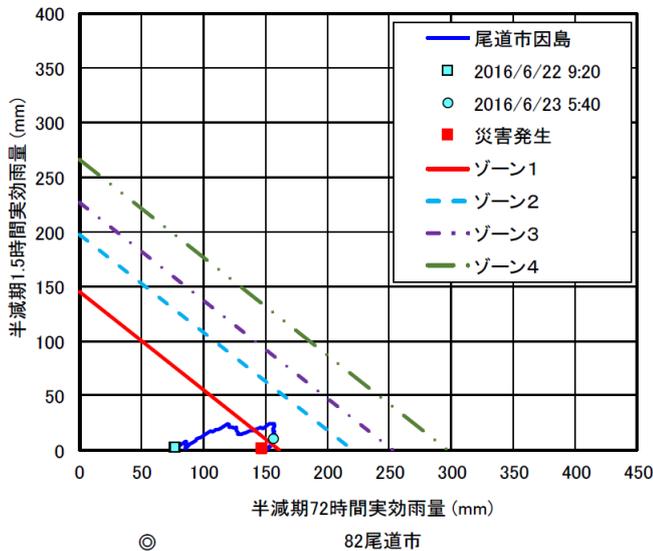
図11 広島県のCLを記入した提言案図

5. 導出した広島県の CL の検証

日本国平均の CL (図 3) を用いた場合と広島県の降雨特性を考慮した CL を用いたときの提言案図を図 12 に示す。CL を見直すことで土砂崩れが発生したときのスネークラインが CL に到達している。



(a) 図 3 の CL を用いた場合



(b) 図 11 の CL を用いた場合

図 12 図 3 の CL と図 11 の CL を用いた提言案図

表 3 広島県の降雨特性を考慮した CL の評価

広島県の降雨特性を考慮した CL (図 11)			日本国平均の CL (図 3)
スネークラインが CL に到達する	70 件	ゾーンも問題なし ゾーンが不適合	63 件 7 件
スネークラインが CL に到達しない	4 件		53 件

明らかに降雨が土砂崩れの主原因と考えられる 74 件について図 3 及び図 11 の提言案図を比較すると、表 3 のようになる。表 3 から、以下が分かる。

- (1) 日本国の平均的な CL の場合は、降雨が土砂災害の主原因と判断されるにもかかわらずスネークラインが CL に到達しない災害が 53 件あったのに対し、広島県の降雨特性を考慮した CL では 4 件に減少した。
- (2) 広島県の降雨特性を考慮した CL の場合、スネークラインが CL に到達した件数は 70 件あったが、その中の 7 件はゾーンが一致していなかった。ゾーンの決定についてさらなる検討が必要である。
- (3) 広島県の降雨特性を考慮した CL であっても、スネークラインが CL に到達しないケースが 4 件あった。この 4 件について詳しく見ると CL を少々動かしてもスネークラインが CL に到達しそうにはなく、CL 設定の問題よりも他に原因があるように思われる。

6. まとめ

広島県管轄道路で発生した土砂崩れを事例として広島県内の土砂災害発生規準線 (CL) について検討した。広島県内の土砂崩れに対しては日本国平均とされている CL の適合性は悪く、広島県の降雨特性を考慮して CL を修正したら適合性が大幅に向上した。

しかし以下のような要改善点があり、さらなる検討が必要である。例えば、本研究で用いた確率降水量は推定と仮定を重ねて導出したものであるため、降水量データから直接算定する必要がある。また使用した土砂崩れデータが瀬戸内海沿岸部のものが多く、県中部や県北部の事例が少なかった。ゾーン分けに深い意味がない、など。

謝辞

災害による道路規制データを提供して下さった広島県の関係各位に心から謝意を表します。

参考文献

- 1) 寺岡奈実, 熊本直樹: 平成 28 年 6 月の豪雨による広島県東部の土砂災害に関する調査, 平成 29 年度 (第 69 回) 土木学会中国支部研究発表会発表概要集, III-35, 2017
- 2) 水野秀明, 小山内信智: 平成 21 年度 台風委員会土砂災害警戒情報策定プロジェクト成果報告書, 国土技術政策総合研究所資料, No. 570, pp. 3-15, 2010
- 3) 広島地方気象台: 広島県の地勢と気象, <http://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siki.html>
- 4) 気象庁: 異常気象リスクマップ, 確率降水量地域別図 (アメダス) 中国西部, http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/riskmap/rtpd/listRTPD_215.html