

## 大規模地震後のがけ崩れ災害に対する警戒避難基準雨量の設定に関する一考察

Consideration for Setup of Standard Rainfall for Warning and Evacuation  
from Sedimentary Landslide Disasters after a Massive Earthquake

福元和孝 Kazutaka FUKUMOTO (サンイン技術コンサルタント(株))  
谷口洋二 Yoji TANIGUCHI (サンイン技術コンサルタント(株))  
藤村 尚 Hisashi FUJIMURA (鳥取大学工学部)

降雨による土砂災害の予測手法は、土石流やがけ崩れ等、様々な現象に合わせた設定手法が指針(案)として提案されている。しかしながら、解析時におけるデータ量の少なさ、運用面の難しさ等から、未だ満足できる予測精度は得られていないのが現状である。そのため、大規模地震後等のように、地盤が緩んだ場合における基準値の設定では、更に少ない降雨データから緊急に基準値を設定していく必要がある。

本報告では、平成12年鳥取県西部地震後の場合を事例として、連続雨量を降雨指標とした警戒避難基準雨量の設定を行った事例を紹介する。

キーワード：警戒避難基準雨量, 発生分離線, 平成12年鳥取県西部地震, 土砂災害予警報システム  
(IGC:E06, B04, D04)

## 1. はじめに

土砂災害には、土石流、がけ崩れ、地すべりがあり、これらの予測に関する研究には様々なものがある。これらの自然災害に対する警戒・避難はいずれも事前にその発生を予知し、あらかじめ適切な処置を施すことによって被災を防止することを目的としている。

これまで警戒避難基準雨量の設定は、様々な土砂災害パターンに合わせた手法の研究が進められ、全国的にも土石流とがけ崩れの警戒避難基準雨量の検討がなされている。

一方、大規模な地震後は、地盤が緩み、小降雨でもがけ崩れが発生しやすいことが、兵庫県西部地震、鹿児島県北薩地震、神津島付近等の地震後に確認されている。そのため、地震後は、これまで警戒避難基準雨量を設定されていた地域においても、基準値以下で土砂災害が起りやすくなるものと考えられる。

山陰地方では、平成12年10月6日午後1時30分頃に鳥取県西部地方を震源とするマグネチュード7.3の地震が発生し、その後、震度3前後の余震が続いた。また、本震後の数ヶ月で既に数ヶ所のがけ崩れが発生した。

本論では、このような地震後の緊急時における警戒避難基準雨量設定の一事例についてまとめ、検討したものである。

## 2. 警戒避難基準雨量の現状と課題

まず、現在の警戒避難基準雨量の現状と課題を整理する。図-1に示すように、土砂災害は、誘因および素因が原因となって発生する。

地震後では、主にクラック等が災害発生の素因となることが考えられるが、斜面崩壊発生までにクラックを把握することは、現状では困難であり、したがって予測指標は誘因の中から選択されることが一般的である。

また、土砂災害との相関が大きく、データ収集や定量化が容易で、かつ長期間にわたってデータが蓄積されており、これらの測定条件が同一である降雨量を誘因とするのが有効的である。

そのため、警戒避難基準雨量は、気象庁が1時間雨量を観測し始めた頃から現在までの降雨量より、半減期を考慮した実効雨量から解析・検討する手法が一般的である。さらに、実運用面を考慮して、複雑な流域、地形、地質等からブロック区分し、現在の行政に反映させた区域内毎に設定されている。

このようにして検討された基準雨量は、土砂災害予警報システム等より各市町村へ電話通報やファックス通報等の伝達システムを組み、防災窓口まで自動送信されている。

しかしながら、現在の基準雨量は、限られた降雨データ、少ない土砂災害事例から検討している場合が多く、基準雨量の的中率の低さや複雑さ等から、市町村防災窓口で情報が止まり、一般住民まで通報が届きにくい側面を持っているように考えられる。

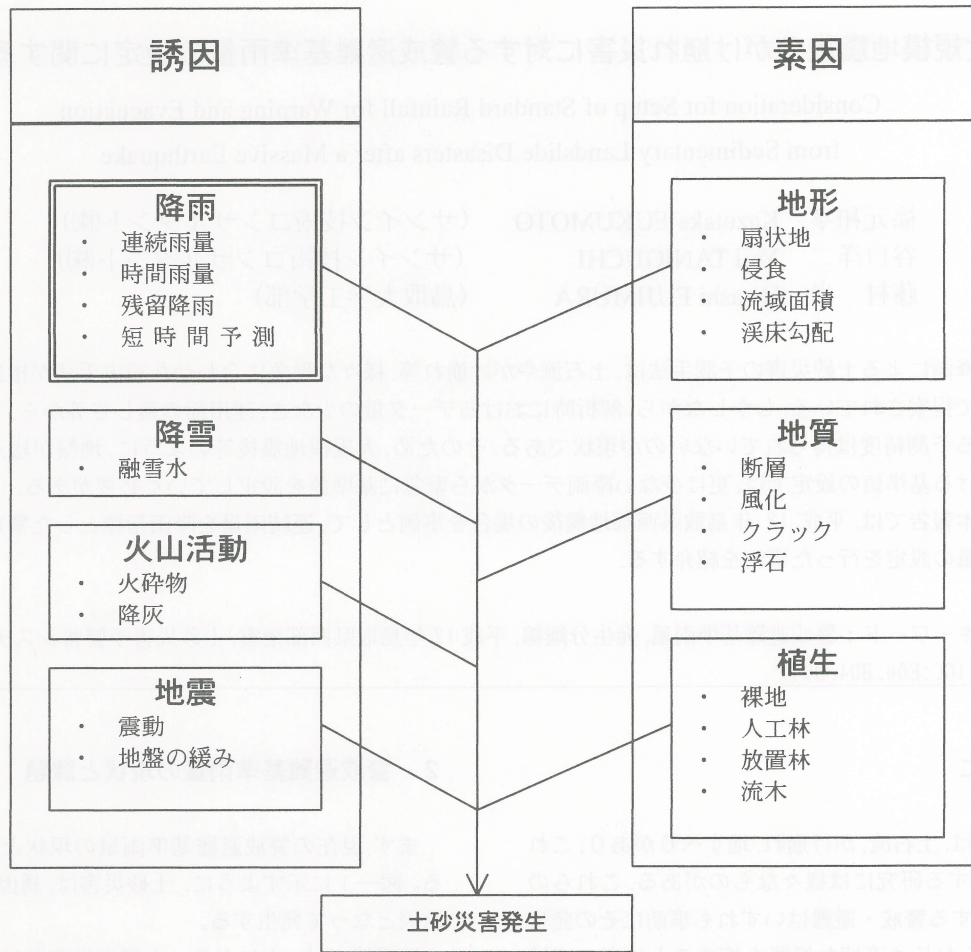


図-1 土砂災害発生要因

住民に受け入れられやすい基準雨量が有用なものであるとは限らないが、複雑な処理を要するシステムが開発され、自動的に住民まで情報が伝達されるようになるまでは、住民主体で警戒避難が行われることが重要である。そのため、大規模地震後等のような緊急時では、複雑な降雨指標等を考慮にいれた解析だけでなく、行政で運用しやすく、住民に受け入れられやすい基準雨量を検討していくことにより、住民と一体となった災害リスクマネジメントに効果的であるものと考えられる。

以下に、大規模地震後の一事例として、鳥取県西部地震後のがけ崩れ警戒避難基準雨量の設定について紹介する。

### 3. 鳥取県西部地震後の土砂災害状況

#### 3.1 鳥取県西部地震の概要

前述したとおり、平成12年10月6日午後1時30分頃に鳥取県西部地方を震源とするマグネチュード7.3の地震が発生した。

地表における最大加速度の分布図(図-2)は、複雑な形状をしており、表層地盤の影響を受け増幅も著しく変化している。また、特に山陰地域においてよく揺れていたことが伺える。

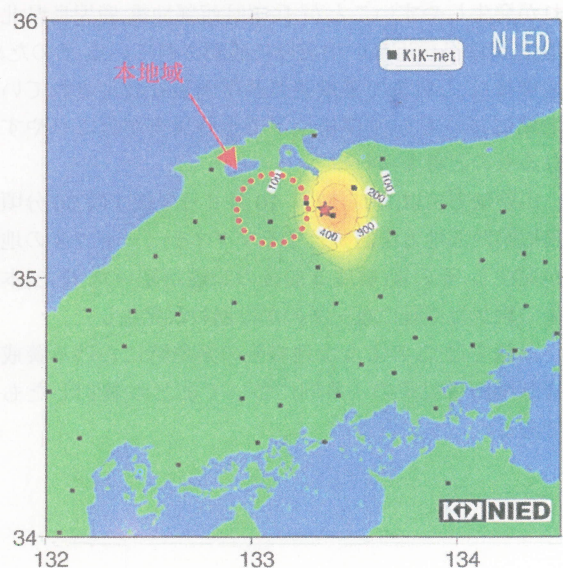


図-2 防災科学技術研究所により観測された地中における最大加速度コンター (gal) および震源分布 (10/6 13:30-23:59)

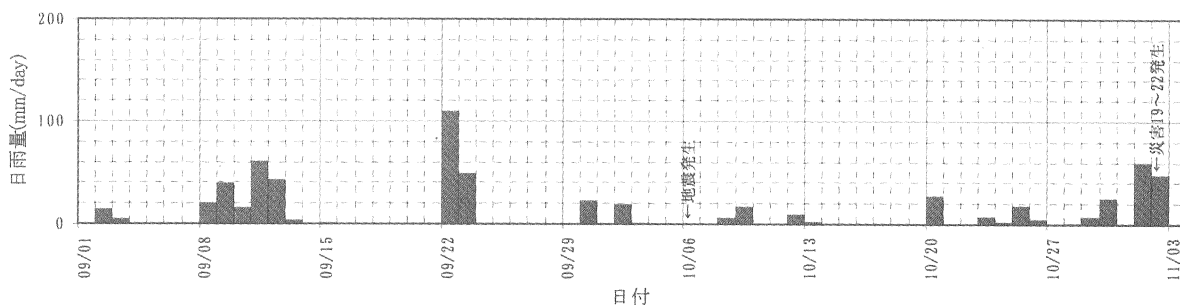


図-3 近隣降雨観測所の雨量記録

### 3.2 災害発生状況

ここでは、山陰地方の内、図-2に示す島根県東部のモデル的な事例ブロック区域（以下「本地域」と呼ぶ）について紹介する。

本地域では、地震発生から11月中旬までの降雨により、11月2日に4ヶ所で中生代花崗岩風化土のがけ崩れが発生した。これらは、いずれも5~250m<sup>3</sup>程度の小規模な表層崩壊で、人的被害はない。

表-1 地震後の降雨によるがけ崩れ発生日時

災害番号	月日	時刻	時間雨量 (mm/h)	連続雨量 (mm)
19	11/2	0:30	2.0	69.0
20	11/2	6:00	10.0	82.5
21	11/2	8:30	5.0	109.0
22	11/2	17:00	1.0	117.0

注：災害番号は、図-4、図-5に対比する

### 3.3 降雨状況

対象地域の代表的な雨量データを、図-3に示す。災害発生箇所では、地震前の9月8日および22日頃にまとまった降雨が見られ、地震発生時直後まで影響を及ぼしている可能性が考えられる一方、本震発生後については大きな降雨は見られず、台風が温帯低気圧となり上陸した11月2日頃の降雨が一番大きなものであったことがわかる。

また、表-1に示すように、各災害の発生時刻は異なっている。

## 4. 地震後のがけ崩れ警戒避難基準雨量の設定

図-4は、これまでのがけ崩れの発生降雨と非発生降雨をプロットしたものである。ここで、地震後の降雨に対する議論をするため、図-5のように、鳥取県西部地震後の発生降雨と非発生降雨のみプロットしてみた。

この図-5は、原点から右上に向かって、多雨となる為、一般的に土砂災害が発生しやすくなる。発生降雨データを見ると、がけ崩れは、連続雨量が69mm(≒70mm)以上の状況の下で、時間雨量が10mm以下の小降雨で、地震後27日目に発生している。

一方、非発生データは、69mm(≒70mm)未満の領域に集まっている。そのため、災害発生の危険な状態となり、

わずかな時間雨量でも崩壊しやすくなるものと判断され、連続雨量70mmが発生分離線(以下「CL」と呼ぶ)と考えられる。

本地域では、警報を聞いてから避難開始までの時間は1時間、また、避難開始から避難場所へ移動する時間は1時間が必要であると考えられる。

この図-5から防災情報の発令として、CLに達する2時間前に警報の発令を、1時間前に避難の指示を行うことが適切であると想定する。CLから2年確率2時間雨量と2年確率1時間雨量を差し引くことで、警戒基準雨量(以下「WL」と呼ぶ)と避難基準雨量(以下「EL」と呼ぶ)を設定することにした。この時、計画確率雨量は、緊急性を考慮し、2年と設定した。

そのため、CL70mmから2年確率2時間雨量の30mmを差し引いた連続雨量40mmを警戒基準雨量とし、CL70mmから2年確率1時間雨量の20mmを差し引いた連続雨量50mmを避難基準雨量とした。

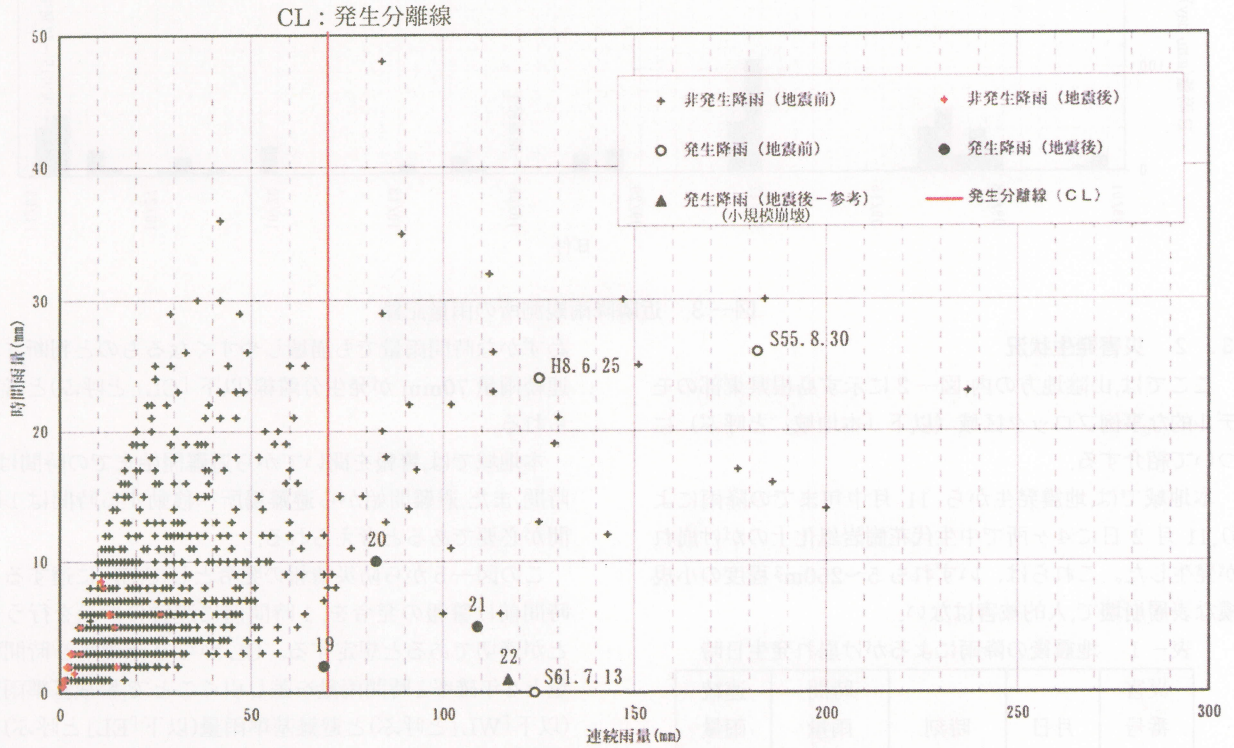
つまり、警戒基準雨量の考え方は、連続雨量が40mmに差し掛かった時点で、今後2年確率2時間雨量の30mmが降り続けば、CLへ到達する。また同様に、避難基準雨量の考え方は、連続雨量50mmに差し掛かった時点で、今後2年確率1時間雨量20mmが降り続けば、CLへ到達すると思われる。

一般的にがけ崩れの警戒避難基準雨量の設定は、平成5年3月に国土交通省(当時建設省)で提言された検討結果の提言案である、1.5h-72h半減期による判定図から行われることが多い。しかしながら、提言案は、非常に専門的であり、住民が半減期等の降雨指標を理解し、大規模な地震後等といった緊急時において、住民が主体となる警戒避難体制を取りにくいものと考えられる。そのため、本事例での警戒避難基準雨量の検討では、指針(案)等にとらわれることなく、地震の影響が強いと考えられる翌年~翌々年の梅雨時期までの設定と考えた。

しかしながら、本検討は、地震後からわずか数ヶ月の降水量から基準雨量を設定した。そのため、手法の妥当性を導き出す降雨データが十分に得られていないのが現状であり、今後更に、他手法とCLの分離性や空振り頻度等の比較、基準雨量の引き下げ、引き上げ等を定期的に検討する等、改善すべき課題は残されている。

さらに、今後、土砂災害予警報システムの向上、短時間降雨予測の向上等と共に、基準雨量手法の改良を行っていく必要がある。





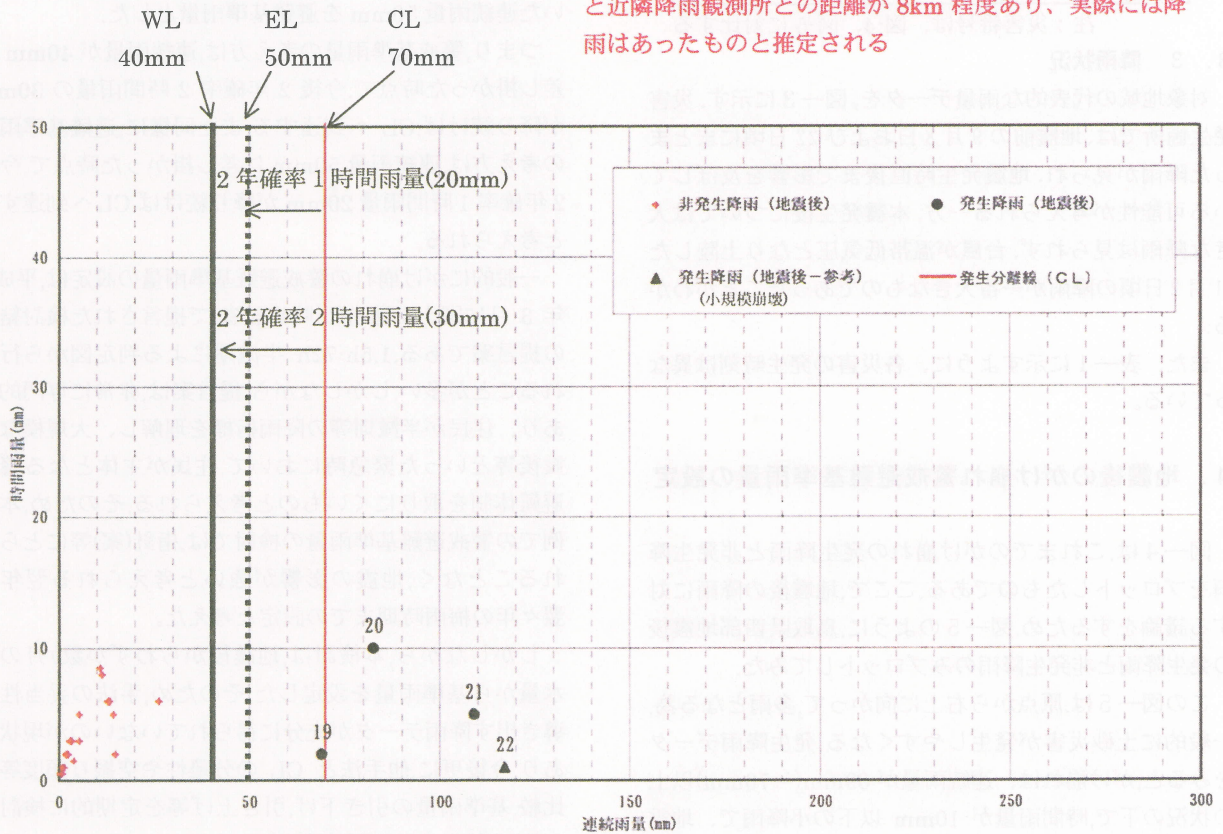
図一4 時間雨量—連続雨量による発生分離線（地震前後の降雨）

注：●●番号は、表一1の災害番号と対比

●▲は、小規模崩壊

●S61.7.13 災害は、時間雨量 0mm であるが、災害発生箇所と近隣降雨観測所との距離が 8km 程度あり、実際には降雨はあったものと推定される

警戒基準線 避難基準線 発生分離線



図一5 時間雨量—連続雨量による発生分離線（平成12年鳥取県西部地震後の降雨）

## 5. まとめ

大規模地震直後等の緊急時における警戒避難基準雨量の検討に関して、平成12年鳥取県西部地震後のがけ崩れ警戒避難基準雨量設定での事例を紹介した。

以下に、本論文のまとめを列挙する。

- 1) 山陰地方のある地域ブロックを事例とし、鳥取県西部地震後のがけ崩れに対する警戒避難基準雨量設定を行った。この地域ブロックでは、連続雨量70mm以上でがけ崩れが発生していた。そのため、CLを連続雨量70mmと設定した。
- 2) 警戒基準線は、連続雨量70mmから2年確率2時間雨量30mmを差し引いた連続雨量値40mmとし、避難基準線は、CLから2年確率1時間雨量20mmを差し引いた連続雨量値50mmとした。

## 6. 今後の研究課題

警戒避難基準雨量は、設定した警戒避難基準雨量の精度の技術的な限界から、行政から住民への伝達方法についても、うまく機能しないケースもある。

そのため、全国的に次に挙げる研究課題が早急に望まれる。

- ・ 誘因だけでなく、地域特性を考慮した要因に対し、土質力学的、地質学的アプローチも考慮した警戒避難基準雨量の設定
- ・ 局地的な集中豪雨も捉える短時間降雨予測の向上
- ・ 基準雨量解除のタイミングの研究

## 謝辞

本報文は、地盤工学会中国支部土質工学セミナー活動の一環としてとりまとめたものである。とりまとめに際し、鳥取県をはじめ関係各位に対して深甚の謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 社団法人全国治水砂防協会：土砂災害防止のための情報システム，(株)石崎書店，p.220,1985.
- 2) 砂防広報センター企画部：総合土砂災害対策（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基準（案），1984.
- 3) 総合土砂災害対策検討会：総合的な土石流対策について「提言」，1993.
- 4) 奥園誠之：降雨による斜面崩壊の予測，土と基礎 Vol.49 No.7, pp1-3, 2001.
- 5) 高橋透，松岡充宏，瀬尾克美，荒木義則，古川浩平，水山高久：地形特性を考慮した土石流警戒避難基準雨量の設定，砂防学会誌（新砂防），Vol.53, No.1, pp.35-46, 2000.

(2004年7月28日 受付)