

土砂災害警戒情報の地震後暫定基準の適用範囲に関する検討

国土技術政策総合研究所 ○瀧口茂隆 中谷洋明
株式会社エイト日本技術開発 海原荘一 只熊典子

1. はじめに

強い地震が発生すると、亀裂や地盤強度の低下等により、地震前よりも小さな降雨で崩壊が発生するといわれている。

このため各都道府県は、震度に応じて土砂災害警戒情報の発表基準を一時的に下げて、災害の捕捉率を下げないような運用を行っている。具体的には、地震後の降雨に速やかに備えるため、一般的に震度 5 強以上を記録した土砂災害警戒情報の発表単位（以下単に市町村という）で通常基準の 8 割（一段階）、震度 6 弱以上を記録した市町村では 7 割まで（二段階）一律に引き下げている。

反対に、引き下げた暫定基準を通常に戻す手順は、暫定基準を超える雨を複数回経験しても新たな崩壊がない場合には随時一段階引き上げる。一方基準を超える雨を経験しなくても、1 出水期を経て新たな崩壊が無い場合は、一段階引き上げている。したがって、地震後に新たに降雨による崩壊が発生しない場合でも、最長で 2 出水期は市町村内全体で暫定基準が続くことになる。

この暫定基準により捕捉率が向上する効果は、林ら（2019）による熊本地震前後の災害発生時の雨量指標値を比較した研究で報告されている。また野村ら（2013）は、東北地方太平洋沖地震後約半年間の土砂災害の発生事例をもとに、捕捉率を満足する暫定基準を提案した。

一方で、例えば熊本地震後に暫定基準を適用した市町村の中には、1 年で 15 回土砂災害警戒情報が発表された事例があり、捕捉率以外にも効果を検証する必要がある。しかしながら、地震とその後の降雨による土砂災害発生について、網羅的に調査し暫定基準の効果を検証した事例は無く、中谷ら（2020）が、野村ら（2013）の後に経験した地震事例を追加して、地震後に発生した土砂災害を地質や降雨指標等別に分類した事例はあった。

そこで、暫定基準の効果を、適用の迅速性も考慮しつつ上げる可能性を検討するため、まず過去 20 年程度の地震と土砂災害のデータから、暫定基準の 3 要素（地域、引き下げ期間、幅）について検証を行った。さらに、地震後 1 週間程度で様々なデータが 250m メッシュで公開されている QuakeMap を活用して、新たに加えると効果が期待できる指標についても検討したので以下に報告する。

2. 検討に使用したデータと分析の方法

対象地震は、QuakeMap で公開中の 1996 年 6 月以降の地震のうち、震度 6 強以上を観測した表-1 に示す 12 地震である。3 要素に関する分析の方法と結果は以下のとおりである。

なお、QuakeMap の計測震度は 250 m メッシュ、解析雨量

は 1 km メッシュであるため、分析には 1 km メッシュ内の QuakeMap のデータの最大値を代表させた。

2.1. 対象地域

現在、震度計の情報をもとに、市町村内は一律に基準を引き下げているが、例えば市町村内の一地域が強く揺れた場合、揺れが弱かった地域においても暫定基準が適用されるため空振りが増える可能性がある。そこで、対象地震のうち、計測震度 5 強以上のメッシュと、そのメッシュを包含する市町村全体のメッシュ数の比較を地震毎に行った結果、図-1 のとおり最大 77%（能登半島沖地震）、最小 10%（山形県沖地震）で平均すると 50% になった。

表-1 分析対象地震一覧

No.	区分(災害)	発生日時	深さ(km)	M	最大震度	地震タイプ
1	北海道胆振東部地震	2018/09/06 03:07	37	6.7	7	内陸地殻内地震
2	宮城県北部地震	2003/07/26 07:13	12	6.4	6強	内陸地殻内地震
3	岩手・宮城内陸地震	2008/06/14 08:43	8	7.2	6強	内陸地殻内地震
4	東北地方太平洋沖地震	2011/03/11 14:46	24	9.0	7	プレート境界地震
5	東北地方太平洋沖地震	2011/03/12 03:59	8	6.7	6強	内陸地殻内地震
6	東北地方太平洋沖地震	2011/03/15 22:31	14	6.4	6強	内陸地殻内地震
7	山形県沖地震	2019/06/18 22:22	14	6.7	6強	内陸地殻内地震
8	新潟県中越地震	2004/10/23 17:56	13	6.8	7	内陸地殻内地震
9	新潟県中越沖地震	2007/07/16 10:13	17	6.8	6強	内陸地殻内地震
10	能登半島地震	2007/03/25 09:41	11	6.9	6強	内陸地殻内地震
11	鳥取県西部地震	2000/10/06 13:30	9	7.3	6強	内陸地殻内地震
12	熊本地震	2016/04/16 01:25	12	7.3	7	内陸地殻内地震

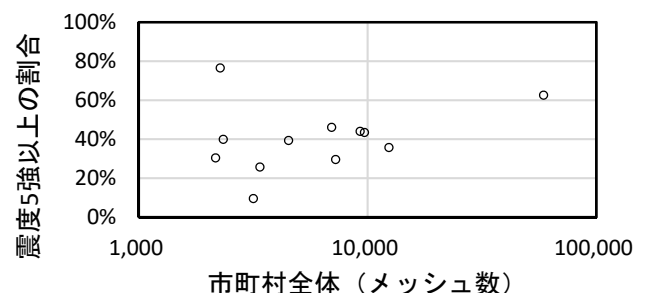


図-1 震度 5 強以上を記録した市町村の面積とその内計測震度 5 強以上を記録したメッシュ数の関係

2.2. 引き下げ期間と幅

暫定基準のより効果的な引き下げ期間と幅の可能性を検討するため、計測震度 5 強以上のメッシュで発生した土砂災害発生時刻における RBFN (Radial Basis Function Network) 出力値を地震前後で比較した。雨量については解

析雨量を使用した。RBFN 出力値を算出するための等 RBFN 線は、1990 年～2004 年の解析雨量を用いて独自に 5 km² 毎に作成したものを使用した。土砂災害発生時刻は都道府県からの災害報告を使用し、発生時刻が不明なものは、一連の降雨の中で RBFN 出力値が最低になった時刻とした。

2.2.1. 引き下げ期間

地震前と地震後 5 年間における、計測震度別の土砂災害発生時の RBFN 出力値の平均値の推移を図-2 に示す。地震後 5 年間における経年的な傾向は得られなかった。

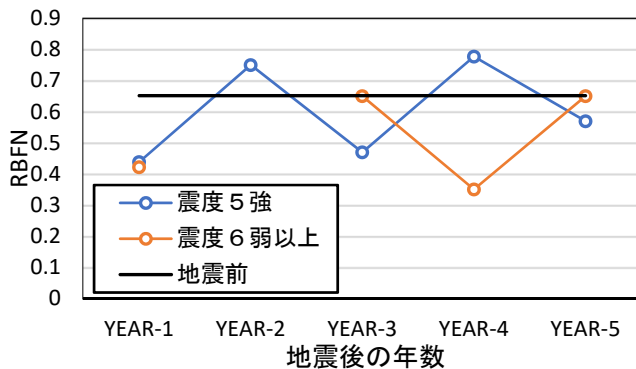


図-2 強震域での土砂災害発生時の RBFN 出力値の推移

2.2.2. 引き下げ幅

計測震度 5 強以上を観測したメッシュにおける、地震前と地震後 3 年間の土砂災害発生時の RBFN 出力値の分布を図-3 に示す。土砂災害警戒情報の発表基準として採用されることが多い RBFN 出力値 0.3~0.6 よりも大きな値で地震前の土砂災害が多数発生していることもあり、引き下げが有効だと示す傾向を本分析からは認められなかった。この要因としては、土砂災害発生時刻が不明な場合に RBFN 値が最小となった時刻としているため、地震前後の降雨規模の分布の偏りの影響を受けている可能性がある。

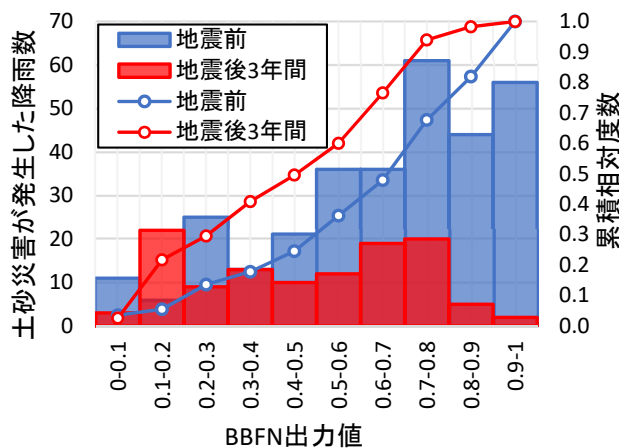


図-3 土砂災害発生時の RBFN 出力値の分布

3. 他の指標の適用の可能性の検討

震度以外の地震情報を活用することで、地震後の土砂災

害発生リスクの変化の有無を評価するため、いくつかの指標を用いて、指標値と土砂災害発生時の RBFN 出力値との関係を調べた。指標は、内田ら (2004) により崩壊発生との関連が高いとされた斜面角度、速度、加速度の他、QuakeMap から、最大動的ひずみ (最大速度/表層 30 m の平均 S 波速度) や入射角等も加えた。また、対象地域も震度 4 以上を記録したメッシュに拡大した。地震前に対する地震後 2 年間の土砂災害の発生確率の倍率の変化を、最大動的歪みを指標として指標値のカテゴリ別に図-4 に示す。地震後 1 年目に指標値の高い箇所が発生倍率が高かったものが、2 年目に下がる結果となった。

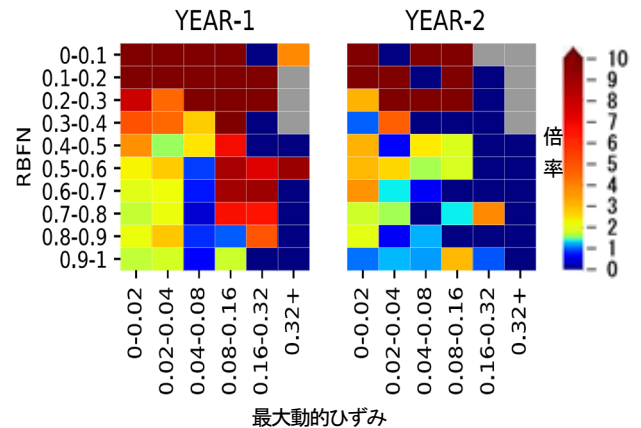


図-4 最大動的歪みを指標とした土砂災害発生倍率の変化

4. おわりに

本検討をまとめると以下のとおりになる。

- ・対象地域については、暫定基準をメッシュ毎に速やかに設定することができれば、基準の適用地域を現在の半分程度まで減らし、空振りを低減できる可能性がある。
- ・引き下げの期間、幅については、本分析からは暫定基準への引き下げの効果を見いだせなかった。今回は調査の網羅性を高めるため災害発生データを幅広く活用したが、時刻の明確な災害発生データのみを使うなどにより、基準の効果をもっと検証する必要がある。
- ・公開まで一定の時間を要するが、震度情報だけでなく、QuakeMap を活用して他の指標を使うことで、地震後の土砂災害発生リスクを適切に表現できる可能性がある。
 今後は、分析対象データの再選定と併せて、対象地震も拡大して検討を進める予定である。

【引用文献】

- 内田ら (2004) : 地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料第 204 号
- 中谷ら (2020) : 地震後の降雨による土砂災害事例に関する統計分析, 砂防学会誌, Vol. 73, No. 4, p. 35-40
- 野村ら (2013) : 土砂災害警戒情報の地震後暫定基準の妥当性に関する検討, 平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集
- 林ら (2019) : 土砂移動現象発生時刻を踏まえた熊本地震後の土砂移動現象発生時の各種降雨指標値に関する分析, 令和元年度砂防学会研究発表会概要集