

# I. 地震時斜面崩壊危険度評価手法の高度化に関する検討

国土技術政策総合研究所 岡本敦（現国交省砂防部）

## 1.1 はじめに

大規模な地震が発生すると山地において斜面崩壊が多発する傾向が過去の事例から見られる<sup>1)</sup>が、すべての斜面で崩壊が発生するわけではなく、崩壊しやすい斜面には共通する特徴があるものと考えられる。

そこで国土技術政策総合研究所（国総研）では、山地斜面が地震動を受けた際の相対的な崩壊危険度を評価するため、平成7年兵庫県南部地震における崩壊実績をもとに、「地震による斜面崩壊危険度評価判別式」（以下、「判別式」という）を開発した<sup>2)</sup>。次式に示す。

$$F = 0.075I - 8.9C + 0.0056A - 3.2$$

ここに、 $I$ : 斜面勾配 (°)、 $C$ : 斜面平均曲率、 $A$ : 地震動の最大加速度 (cm/s<sup>2</sup>)。

この式は、斜面勾配、斜面の平均曲率、地震動の最大加速度という一般に入手可能なデータを用い、過去に地震による崩壊実績がない箇所においても崩壊危険度を簡便に評価できるものである。

国総研では、これまで平成7年兵庫県南部地震から平成20年岩手・宮城内陸地震（以下、「岩手宮城地震」という）までの主要な8地震を対象に判別得点と崩壊実績の比較を行い、判別式によって一定の精度で崩壊危険度を評価できることを確認してきた<sup>3)</sup>。しかしながら、上記8地震には海溝型地震が含まれておらず、また各地震における対象地域も比較的狭い範囲であったことから、判別式の海溝型地震への適用性や広域を対象とした際の精度について検証が不十分であった。

そこで本検討では、内陸型地震である岩手宮城地震および海溝型地震である平成23年東北地方太平洋沖地震（以下、「東北地震」という）によって斜面崩壊が発生した地域を対象に判別得点を算出し実績崩壊との比較を行うことにより、判別式の適用性を検証した。

## 1.2 既往地震に関するデータ整理

### 1.2.1 東北地方太平洋沖地震による崩壊地の判読

東北地震において斜面崩壊が多発した栗駒山周辺の地域を対象に崩壊地判読を行った。この地域は岩手宮城地震でも崩壊が集中した地域であり、地震直後の平成20年および2年後の平成22年にも崩壊地判読を行っていることから対象地として選定した。崩壊地判読結果を図-1.1に、各時期における崩壊状況を表-1.1に示す。

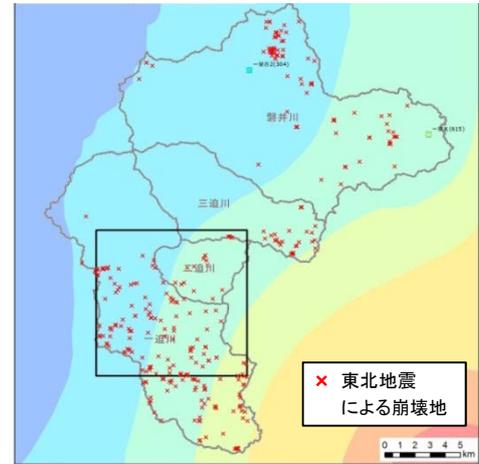


図-1.1 栗駒地域における崩壊地判読結果

表-1.1 栗駒地域における各時期の崩壊状況

	崩壊数	崩壊面積	崩壊面積率
(H20)岩手宮城地震による崩壊	2,069	3,217,400	0.878%
(H22)岩手宮城地震後2年間の崩壊	825	1,010,838	0.276%
(H23)東北地震による崩壊	350	148,593	0.041%

崩壊発生数は岩手宮城地震の約2000箇所に対し東北地震350箇所と極端に少ないことが明らかとなった。

### 1.2.2 既往地震の地震動特性の整理

既往地震について、各種資料より最大加速度、周期等の地震動特性を整理した。表-1.2に岩手宮城地震と東北地震についての整理結果を示す。表-1.2からも分かる通り、最大加速度は岩手宮城地震の方が大きい、周期については大きな差はなかった。

表-1.2 各地震の地震動特性

	岩手・宮城内陸地震	東北地方太平洋沖地震
発生日	2006/6/14	2011/3/11
最大加速度(Gal)	4022(一関西)	2933(築館)
周期(s)	0.1-0.2	0.1-0.2
継続時間(s)	30	100

## 1.3 判別式の適用性に関する検討

### 1.3.1 判別得点と崩壊実績との関係整理

東北地震において崩壊が特に集中した範囲（図-1.1の黒枠部分）を対象に試算的に判別式を適用したところ、実績崩壊との相関性は明瞭ではなかった。これは、表-1.1にもある通り東北地震では崩壊発生数、崩壊面積率ともに非常に小さかったために明確な傾向が表れなかったものと考えられる。

### 1.3.2 判別得点と地震後一定期間の崩壊との関係整理

表-1.1 の通り、岩手宮城地震から約 2 年の間にも崩壊が多数発生している。そこで、岩手宮城地震直後と地震から 2 年後の時点で判別得点と崩壊発生率の関係を整理したものが図-1.2 である。ここで崩壊発生率とは、各判別得点レンジに該当するメッシュのうち、崩壊地に該当するメッシュの割合である。なお、判別式に用いる最大加速度としては岩手宮城地震時の値を一律で用いている。

図-1.2 より、各時期とも判別得点が高いほど崩壊発生率が高くなる傾向が見られ、また判別得点と同じ位置に崩壊発生率のピークが来ている。このことから、岩手宮城地震による崩壊危険度が高いと判定された箇所では、地震直後の崩壊発生率が高い傾向が見られるとともに、地震発生から 2 年が経過した時点においても依然として崩壊が発生しやすいことが分かる。これは、岩手宮城地震の地震動による斜面脆弱化の影響が 2 年後の時点でも残留しており、降雨等の誘因によって同じ箇所で崩壊が発生した可能性を示している。

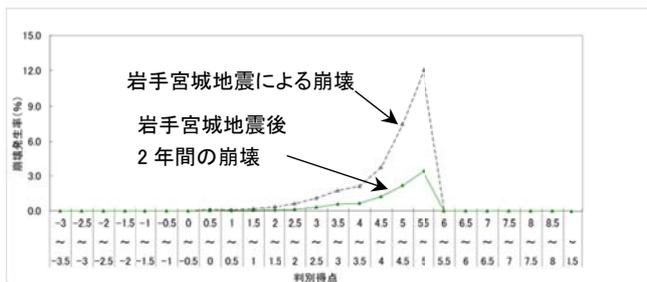


図-1.2 判別得点と崩壊発生率の関係

### 1.3.3 広域を対象とした判別式適用性の検証

これまで、比較的狭い地域の中で詳細に崩壊地判読を行った上で判別式を適用し、複数地震間での判別得点の傾向を比較してきた。一方で、これまで判別式を複数都道府県にまたがるような広域に適用した事例はなく、広域への判別式の適用性が不明であった。

そこで、ここでは東北地震による強震動を受けた地域全域に判別式を適用し、実績崩壊地との比較を行うことにより、広域への判別式の適用性を確認した(図-1.3)。なお、図-1.3 の崩壊地分布は日本地すべり学会による調査結果をもとにしているが、地域により調査方法にばらつきがあるため、あくまで定性的な傾向を把握するための試算的な結果であることに注意が必要である。本結果より判別得点ごとの崩壊発生率を図-1.4 に示した。

図-1.4 より、判別得点が高くなるほど崩壊発生率が高くなる傾向が見られ、精度の不統一なデータをもとにした結果ではあるものの、判別式を広域に対して適用した場合にも一定の適用性があることが示唆された。

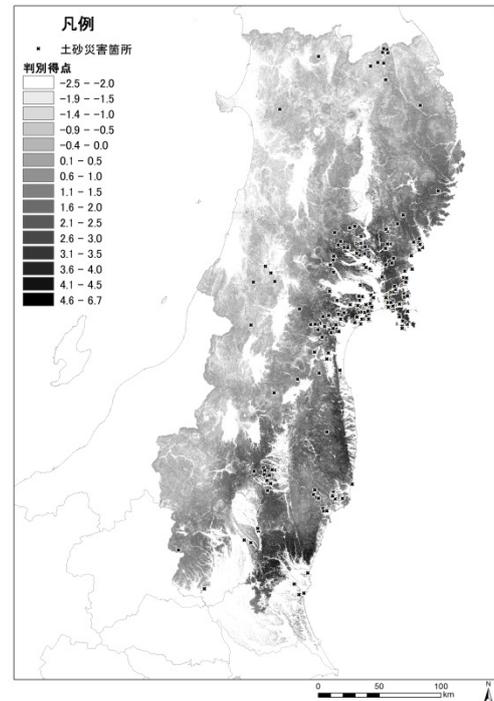


図-1.3 広域での判別得点と崩壊発生箇所(東北地震)

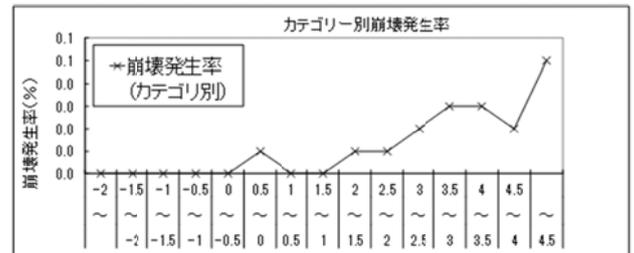


図-1.4 広域での判別得点と崩壊発生率(東北地震)

## 1.4 おわりに

今回、判別式の適用性検証のため岩手宮城地震および東北地震を主な対象として検討を行った結果、海溝型地震への適用性については明確な結果が得られなかったものの、地震発生から一定期間内の崩壊危険度評価や、広域を対象とした判別式の適用可能性が一定程度示された。

本検討結果を踏まえ、今後さらなる検証を続け判別式の精度向上を図ることが地震後の迅速な災害対応につながるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) 伊藤英之・小山内信智・西本晴男・白杵伸浩・佐口治：地震による崩壊発生箇所と震度分布との関係、砂防学会誌、Vol.61、No.5、p.46-51、2009
- 2) 内田太郎・片岡正次郎・岩男忠明・松尾修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国総研資料第 204 号、91pp、2004
- 3) 富田陽子・桂真也・小山内信智・戸村健太郎・高山陶子・中島達也・岡野和行・原田美鈴：「地震による斜面崩壊危険度評価判別式」の岩手・宮城内陸地震への適用について、平成 22 年度砂防学会研究発表会概要集、p. 572-573、2010