

# SGDAS の推計精度向上に関する研究（第 4 年次）

実施期間 令和 3 年度～令和 7 年度  
地殻活動研究センター 岩橋 純子  
地理情報解析研究室 遠藤 涼

## 1. はじめに

SGDAS（地震時地盤災害推計装置）は、災害の初動対応に資することを目的として、地盤災害（斜面崩壊、地すべり、液状化）の発生地域と発生可能性を、震度と地形等の地理的特性から自動的に推計する装置である（神谷，2013；神谷ほか，2014）。国土地理院は、令和元年（2019 年）6 月に正式に SGDAS の運用を開始し、配信先は、国土交通省内のみならず他省庁、地方公共団体を含む。本システムは開発が平成 24 年と古く、斜面崩壊の推計結果が全体的に過大傾向、液状化の推計精度が低い（中埜・大野，2018）、地盤災害に関する最新の知見が反映されていないといった課題があり、よりの確な初動対応に寄与するためには推計精度の向上が必要である。そこで、SGDAS の推計精度向上のための研究開発を行い、大地震発生時における初動対応に必要な情報を更に高精度化する。令和 5 年度までに、既往地震の推計結果の定量的評価手法の考案と定量的評価、フェイルセーフ機能とモニタリング機能を備えた改修版 SGDAS の作成及びより高精度な地形データセットの実装を行ってきた。

令和 6 年度は、気象庁の推計震度分布図の高解像度化（1 km→250 m メッシュ）に合わせて昨年度改修したシステムの運用を令和 7 年 1 月から開始した。さらに、斜面崩壊の発生可能性をゾーニングマップと震度-発生可能性対応表で推計する方式（以下「ゾーニングマップ方式」という。）の研究を行った。なお液状化の推計は元々ゾーニングマップ方式である（岩橋・遠藤，2023）。また、ゾーニングマップ方式に合わせた試験用プログラムを作成し試算を行った。その結果、ゾーニングマップ方式でも斜面崩壊の発生可能性の推計が可能であることが確認されたが、火山灰の影響を受けた地域等では改善の余地があることが分かった。

## 2. 研究内容及び得られた成果

### 2.1 ゾーニングマップ方式の背景

現 SGDAS で推計される斜面崩壊の発生可能性は、傾斜・曲率と地震動を基に、プログラム本体にハードコーディングされた修正六甲式（神谷，2012；1995 年兵庫県南部地震の事例により内田ほか（2004）が開発した六甲式の改良）を用いて算出した後、脆弱-非脆弱の 2 値の脆弱地質マップによって補正されている（岩橋・遠藤，2023）。近年、2004 年新潟県中越地震及び 2008 年岩手宮城内陸地震の崩壊地の研究により、斜面傾斜と崩壊面積率の対数値（ $\log P$ ）が、極急斜面を除きおおむね比例関係にあることが指摘され、 $\log P$  式と呼ばれる崩壊面積率の対数と斜面傾斜の線形式（内田ほか，2017）が提案されている。2016 年熊本地震では InSAR の変位量に対しても  $\log P$  式が当てはまることが知られており（Sakai et al., 2022）、さらに、種平ほか（2023）は、地形・地質の類似する範囲ごとに式を作成し、式の係数・切片が崩壊のタイプの特徴を反映していることを示した。これらのことは、岩盤の地震動特性の違いに対応するゾーニングマップを作成すれば、既往地震のインベントリを用いて各ゾーンの崩壊面積率と傾斜の関係の式を構築できる、すなわち統計的なモデルによって、傾斜のみから崩壊面積率を推計できることを示唆している。

## 2.2 地形地質ゾーニングマップの作成

現 SGDAS における脆弱地質マップによる発生可能性の補正が、一部のケースではかえって推計精度を下げていることが明らかになっており（岩橋・遠藤，2023），令和 5 年度から産総研地質調査総合センターとの共同研究として，脆弱地質マップの見直しに着手している．本年度は，工学的岩盤分類を考慮して 20 万分の 1 シームレス地質図 V2（産総研地質調査総合センター，2023）をグルーピングした地質区分と，岩盤深度と傾斜を考慮してグルーピングした地形区分（地形分類図は Iwahashi(2025)の J\_Terrain16\_V2 を利用），さらにテフラと平野部の小規模な崖に関する補足データ（農業・食品産業技術総合研究機構，2021；国土交通省，2024）を用い，地震時の斜面崩壊に対する脆弱性を考慮したゾーニングマップを作成した（図-1）．解像度は，SGDAS の地域特性データの解像度に合わせて 4 分の 1 地域メッシュ（約 250 m）とし，凡例は Zone0～6 の 7 種類とした．各ゾーンが想定する斜面は次のとおりである．

- Zone0：緩勾配で，斜面崩壊の発生可能性がほぼないと考えられる斜面
- Zone1：緩勾配だが土砂災害特別警戒区域を含む斜面
- Zone2：未固結の地盤かつ比較的急勾配で崩壊の可能性がある斜面，又はテフラの堆積域
- Zone3：軟質岩による丘陵化した段丘・開析谷等，中程度の勾配の斜面
- Zone4：層状の軟質岩による丘陵性山地の斜面
- Zone5：塊状の軟質岩による山地・丘陵性山地，又は層状の軟質岩による山地の斜面
- Zone6：硬質～中硬質岩による山地，丘陵性山地，丘陵化した段丘・開析谷等の斜面

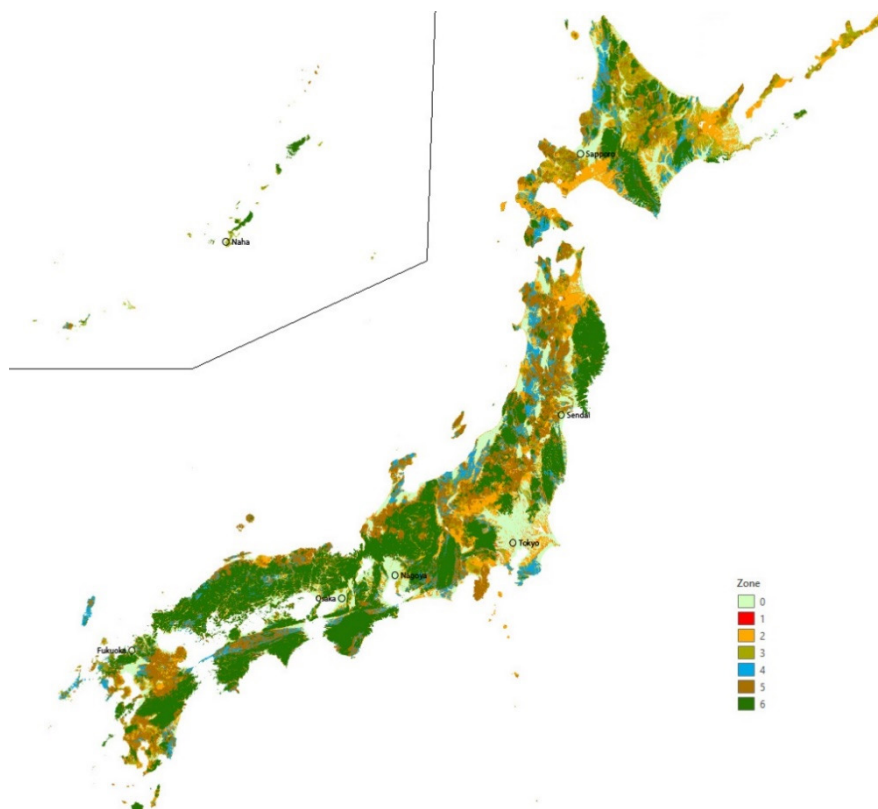


図-1 地形地質ゾーニングマップ（試作）

## 2.3 ゾーニングマップ方式による地震時斜面崩壊の評価

岩橋ほか（2022）の手法により作成した既往 10 地震の斜面崩壊・地すべりのインベントリを用い

て、傾斜 5 度ごとの震度-density (インベントリから作成した集計用点数/km<sup>2</sup>) の集計を行った。さらに、2024 年能登半島地震における現 SGDAS の出力図と density の比較により発生可能性のしきい値を算出し (なるべく現 SGDAS の出力に図を似せるための設定)、データの欠損部は logP 式に関する既往研究の知見に従うことを想定しながら、傾斜 5 度ごとの震度-発生可能性マトリックス表を試作した。

## 2.4 試験用プログラム作成と試算結果

外部に置いたゾーニングマップの GIS データと震度-発生可能性マトリックス表を用いて斜面崩壊を推計できる試験改造版 SGDAS を作成した。この試験改造版では、ゾーニングマップとマトリックス表の差し替えにより、推計モデルの変更が容易に可能である。

試作したゾーニングマップと、傾斜 5 度ごとの震度-発生可能性マトリックス表を用い、試算を行った。2024 年能登半島地震の 250 m メッシュ推計震度分布図 (気象庁) を用いた試算結果では、図-2 のとおり実際に生じた斜面崩壊分布の多寡と概ね調和的な結果を示した。ただし、他の既往地震の試算では、例えば 2016 年熊本地震など、特に火山灰の影響を受けた地域等では改善の余地があることが分かった。

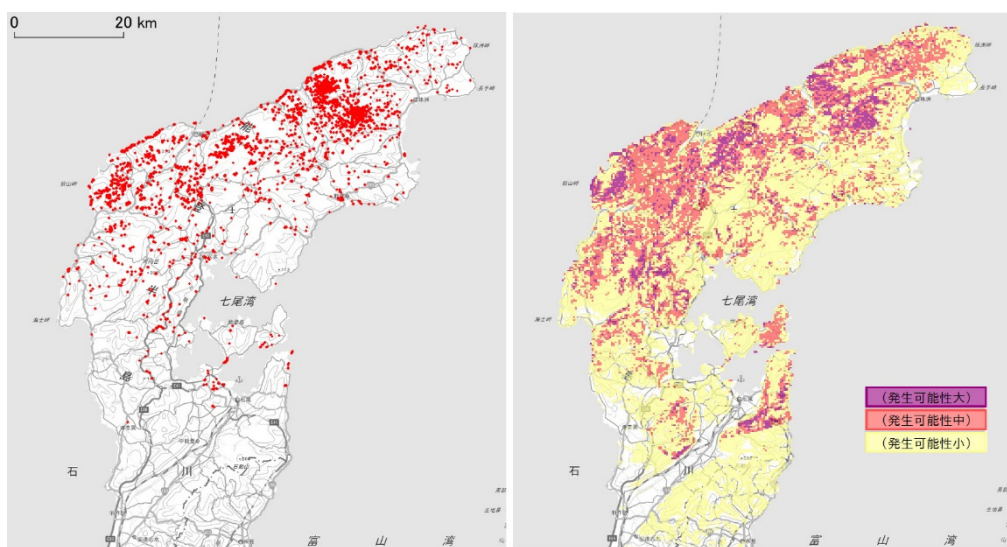


図-2 2024 年能登半島地震による斜面崩壊 (国土地理院, 左図), 地形地質ゾーニングマップと震度-発生可能性マトリックス表 (試作) による推計結果 (右図)

## 3. 結論

ゾーニングマップ方式での推計は、従来の手法と異なり、曲率を使わず、5 度区切りの大まかな傾斜帯を用いるものであるが、概ね良好な結果を示した。しかし火山灰の影響を受けた地域等では改善の必要がある。液状化用のゾーニングマップの構築と合わせて、今後も引き続き研究を行っていく。

## 4. 謝辞

産総研地質調査総合センターの川畑大作氏・宮地良典氏、明治大学の佐々木夏来氏には、ゾーニングマップ作成についてご意見を頂いた。density の集計に用いた崩壊地ポリゴンデータの一部は国土技術政策総合研究所砂防研究室にご提供いただいたものである。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- 岩橋純子・遠藤涼・中埜貴元 (2022) : 過去の地震時地盤災害発生箇所 の 4 分の 1 地域メッシュデータ化, 国土地理院時報, 135, 69-74. doi: 10.57499/JOURNAL\_135\_06
- 岩橋純子・遠藤涼 (2023) : 地震時地盤災害推計システム (SGDAS) の推計結果の定量的検証について, 国土地理院時報, 136, 33-43. doi: 10.57499/JOURNAL\_136\_03
- Iwahashi, J. (2025) : Depth to bedrock in Japan: insights from borehole data and terrain analysis using DEMs. *Progress in Earth and Planetary Science* (in print).
- 神谷泉, 乙井康成, 中埜貴元, 小荒井衛 (2012) : 地震による斜面崩壊危険度評価判別式「六甲式」の改良と実時間運用, 写真測量とリモートセンシング, 51(6), 381-386.
- 神谷泉 (2013) : 地震時の地盤災害のリアルタイムの予想, 第 42 回国土地理院報告会講演要旨・発表資料, <https://www.gsi.go.jp/common/000081580.pdf> (accessed 17 Mar. 2025).
- 神谷泉, 小荒井衛, 乙井康成, 中埜貴元 (2014) : 地震時地盤被害予想システムの構築, 国土地理院時報, 126, 61-66. doi: 10.57499/JOURNAL\_126\_10
- 国土交通省 (2024) : 国土数値情報 土砂災害警戒区域データ 2023 年度 (令和 5 年度) 版, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A33-2023.html> (accessed 17 Mar. 2025).
- 中埜貴元, 大野裕幸 (2018) : 地震時地盤災害推計システム (SGDAS) の妥当性の検証, 国土地理院時報, 130, 51-68. doi: 10.57499/JOURNAL\_130\_05
- 農業・食品産業技術総合研究機構 (2021) : 縮尺 20 万分の 1 土壌図 (農研機構 日本土壌インベントリ一), <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/figure.html> (accessed 17 Mar. 2025).
- Sakai, Y., Uchida, T., Hirata, I., Tanehira, K., Fujiwara, Y. (2022) : Interrelated impacts of seismic ground motion and topography on coseismic landslide occurrence using high-resolution displacement SAR data, *Landslides*. doi: 10.1007/s10346-022-01909-4
- 産総研地質調査総合センター (2023) : 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, オリジナル版, <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (accessed 17 Mar. 2025).
- 種平一成・坂井佑介・山越隆雄 (2023) : 地震時土砂移動の発生場及び発生規模の広域的・定量的評価に関する研究—地形・地質の類似性を考慮した評価制度と他地域への適用性の向上—. 砂防学会誌, 76(4), 3-14.
- 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 (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, 91p.
- 内田太郎・桜井亘・松田昌之・高山陶子・田中健貴 (2017) : 地震による斜面崩壊危険度評価手法について, 防災科学技術研究所研究資料, 411, 119-122.