

## 第 22 回 国土技術開発賞 入賞

地震時地盤災害推計システム  
—スグダス(SGDAS)—

〔受賞者〕 国土交通省 国土地理院  
なかの たかゆき おおの ひろゆき  
 〔本稿執筆者〕 中埜 貴元, 大野 裕幸

以下に、第 22 回 国土技術開発賞で入賞した「地震時地盤災害推計システム(スグダス)」を紹介します。

## 1. はじめに

国土地理院は「災害対策基本法」に基づく「指定行政機関」として、測量技術を駆使して災害対応等に資する情報を収集・提供しています。大地震により、土砂崩れや液状化が広域で発生した際には、それらの分布情報も災害規模等を把握するうえで重要な情報の一つであり、国土地理院では災害発生後に撮影した空中写真などからこれらの分布を判読し、「地理院地図」等を通して情報提供しています。

このような地震災害に対して、政府や地方公共団体レベルで対応方針を決定するためには、早期に被害の概要や規模感を把握することが重要となります。しかしながら、平成 7 年(1995 年)兵庫県南部地震や平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震などでは、被害の概要が判明するまでに時間を要しました。特に、夜間に発生した場合や被災範囲が広域にわたる場合、また通信回線の不通、天候不良等により、地震発生直後には必ずしも具体的な情報が現地から届かない場合があります。国土地理院が行う空中写真撮影や被害判読につい

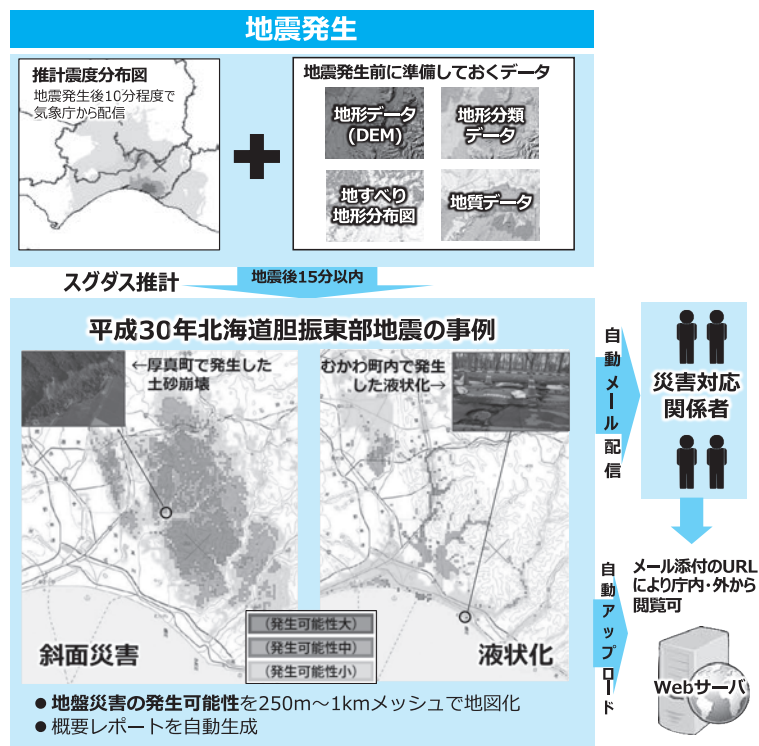
ても、情報提供までには発災から数日かかることもあります。

このような状況下では、地震後すぐに気象庁により配信される震度(揺れの大きさ)の推計情報と、事前に収集しておいた地形や地質等に関する地理空間情報に基づいて、地理的特性とこれまでの経験則から地盤災害の発生可能性を推計し、迅速に提供することが、災害直後の政府や地方公共団体の危機管理における初動体制構築に役立つと考えられます。

そこで国土地理院では、大地震発生直後に具体的な被害情報が得られる前の初動段階での災害対応に役立てていただくことを目的として、地震発生後迅速に、斜面崩壊、地すべり、地盤の液状化といった地盤災害の概略発生状況を自動的に推計・配信するシステム(スグダス)を 2013 年に開発しました。その後の試験運用と推計結果の妥当性検証及び配信レポート等の改良を経て、2019 年 6 月から正式運用を開始し、現在は国土交通省や防衛省、地方公共団体など 49 機関(2020 年 11 月時点)に配信され、地震発生直後の初動対応に活用されています。

## 2. スグダスとは

スグダス(SGDAS: Seismic Ground Disaster Assessment System)は、強い地震に伴って発



図－１ スグダスの概要

生ずる土砂崩れや地盤の液状化の発生規模と地域を、地震発生から15分以内に、地震の揺れの大きさと地形や地質などとの関係から推計し、行政機関の災害対応関係者に自動配信するシステムです（図－1）。スグダスは、以下のステップで稼働しています。

- ① 気象庁が作成・配信する推計震度分布を受信
- ② 震度と地形等の地理的特性との関係から地盤災害が発生した可能性を推計
- ③ 配信レポート（PDF形式）を作成
- ④ あらかじめ登録された防災関係機関等に電子メールにて自動配信

以下に、各地盤災害の推計方法の概略と配信レポートでの表現方法について示します。

#### (1) 斜面災害（斜面崩壊＋地すべり）の発生可能性の推計方法（図－2）

斜面災害の発生可能性は、別々に推計した斜面崩壊の発生可能性と地すべりの発生可能性を統合したものです。

斜面崩壊の発生可能性は、平成7年（1995年）兵庫県南部地震の六甲山地における斜面崩壊の実

例をもとに国土技術政策総合研究所により作成された「地震による斜面崩壊危険度判別式」である「六甲式」を改良した「修正六甲式」<sup>1)</sup>に基づいて推計されています。この方法では、斜面の傾斜度と曲率及び地震の揺れの強さの情報を用いて、10 m グリッドごとに崩壊の可能性を数値で判定し、推計セル（250 m グリッドなど）内の平均値を等比的に0～4の5段階で分級して推計値としています。地震の揺れの強さは、気象庁から配信される推計震度分布情報を、震源からの距離減衰式により補正したものを用いています。また、超苦鉄質岩や火砕流堆積物、グリーンタフといった一般的に斜面崩壊しやすいと考えられる脆弱な地質も考慮し、推計値を補正しています。

地すべりの発生可能性は、国立研究開発法人防災科学技術研究所の地すべり地形分布データから求めた地すべり地形の面積率と地震の揺れの強さとの関係から、過去の地震での地すべり発生状況を最も説明できる回帰式<sup>2)</sup>を用いて推計しています。推計値は斜面崩壊と同様、0～4の5段階です。

斜面崩壊と地すべりは一般的には同様の土砂移

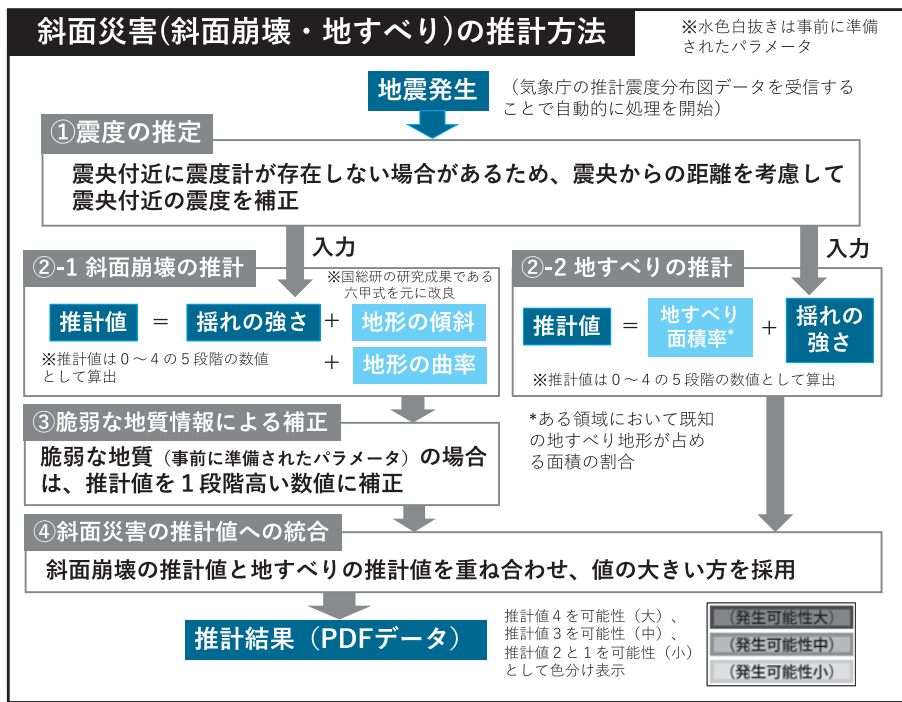


図-2 斜面災害（斜面崩壊＋地すべり）の発生可能性の推計方法

動現象であるため、推計結果の出力段階では両者を重畳し、発生可能性が高い方の結果を採用して「斜面災害」としてまとめた結果で出力しています。

## (2) 液状化の発生可能性の推計方法

液状化の発生可能性は、図-3に示す地形分類と震度との対応表から経験的に評価する手法を用いています。地形分類情報は若松・松岡<sup>3)</sup>の地形・地盤分類 250 m メッシュマップを使用し、一部

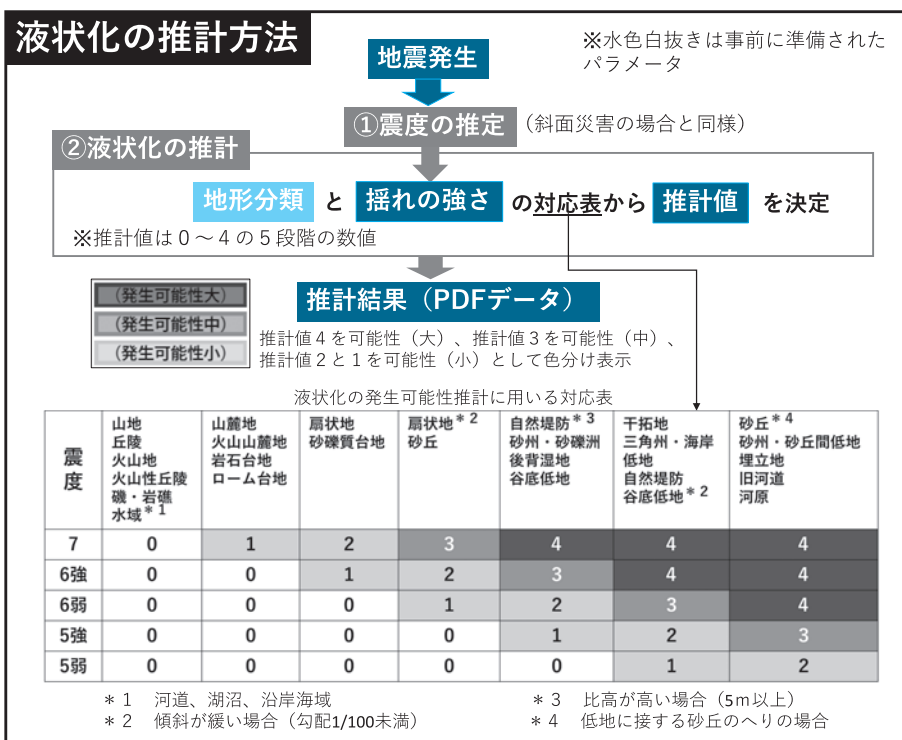


図-3 液状化の発生可能性の推計方法

の地形区分については基盤地図情報 10 m メッシュ標高データから計算される勾配や比高によって細分しています。こちらも、地形区分と震度ごとに 0～4 の 5 段階で推計しています。

### (3) 配信レポートでの表現方法

当初は、上記の 0～4 の 5 段階の推計値のうち、1～4 の 4 段階を色付けして表現していました。しかし、他機関への配信を念頭に、実際の災害時に災害対応関係者が容易に判断できるような配信レポートの表示方法を検討し、推計値 4 を「可能性（大）」、推計値 3 を「可能性（中）」、推計値 2 と 1 を「可能性（小）」とし、配色の見直しも含めてこの 3 段階で色付けして、発生可能性を表現しています（図－4）。

## 3. スグダスの特徴と妥当性

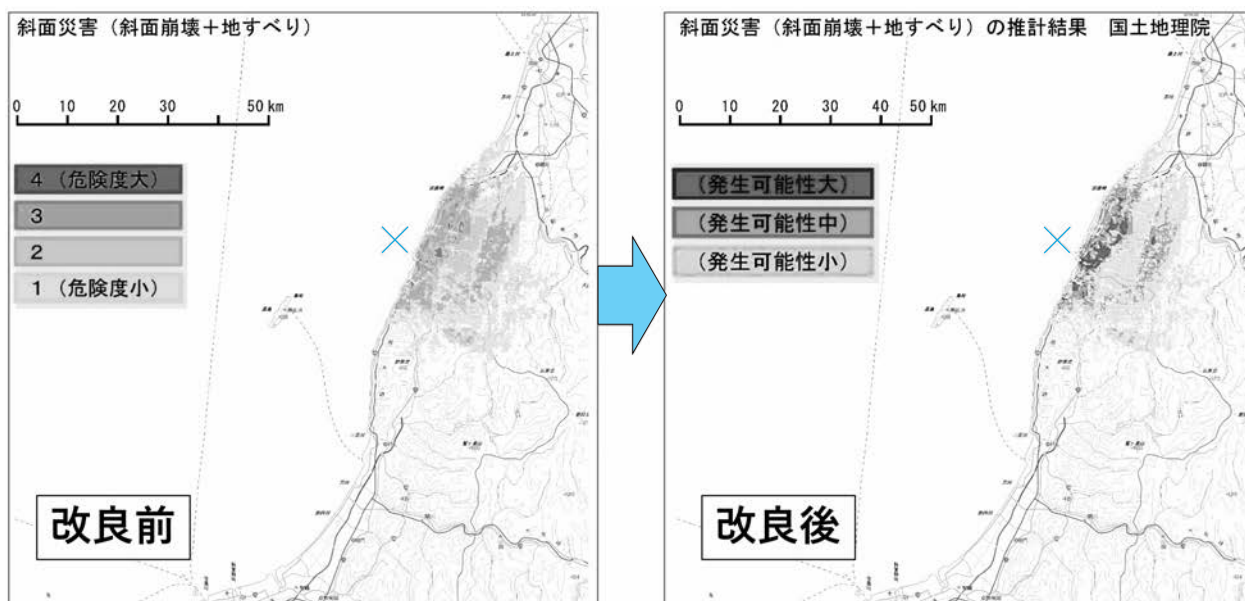
スグダスは、24 時間 365 日、日本国内で発生した震度 5 弱以上の地震に対して、地震発生後 15 分以内に全自動で推計及びレポート配信を行います（国土地理院以外の機関への自動配信は、精度等を考慮し、震度 5 強以上の地震の場合に実施）。このように、短時間で地盤災害の推計情報を配信できるのは現状ではスグダスのみであり、

防災関係機関での初動対応の決定に有用と考えられます。

過去の地震における事例を図－5 に示します。図の上側が平成 30 年北海道胆振東部地震における斜面災害の事例、下側が平成 28 年（2016 年）熊本地震における液状化の事例になります。いずれも国土地理院における試験運用時の結果ですが、推計結果と実際の地盤災害発生箇所を重ね合わせると、スグダスの推計結果は実際の地盤災害の多発箇所及びその周辺において「発生可能性大」または「発生可能性中」となっていることが見て取れます。両地震とも夜間に発生した地震であり、推計結果は翌朝からの災害対応（空中写真撮影等）の方針検討に使用されました。

スグダスの推計結果は、2013 年のシステム構築時点でそれ以前の地震事例において一定水準の妥当性が確認されていました<sup>2)</sup>。その後の 2013～2019 年の試験運用期間中に発生した震度 6 弱以上の地震における推計結果の妥当性を、実際の地盤災害の発生状況と比較して定性的に評価した結果を表－1 に示します。「SGDAS 推計の評価」欄が「適当」または「概ね適当」となっている場合は、概ね実用レベルに達しているとの判断になります。

図－5 で示した平成 30 年北海道胆振東部地震

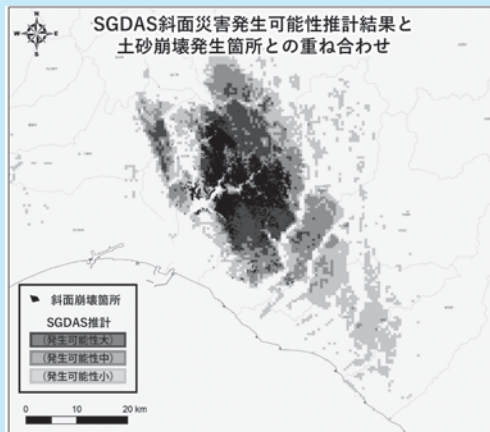


図－4 配信レポートにおける推計結果の表現の改良（左：改良前，右：改良後）



### 平成30年北海道胆振東部地震

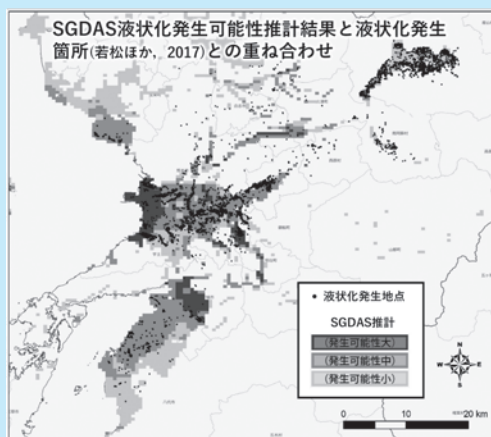
(9月6日午前3時7分発生 → 同日午前3時13分レポート配信)



実際に斜面崩壊が多発した場所とその周辺で発生可能性が大きいと推計

### 平成28年(2016年)熊本地震(本震)

(4月16日午前1時25分発生 → 同日午前1時32分レポート配信)



実際に液状化が多発した場所を中心に発生可能性が大きいと推計

図ー5 過去の地震におけるスグダス推計の事例

の斜面災害の事例は「適当」、平成28年(2016年)熊本地震の液状化の事例は「概ね適当(やや過大またはやや過小)」との評価です。斜面災害の推計結果は全体的に過大傾向、液状化の推計精度は全体的にやや低いという課題はあるものの、特に震度6強以上の地震において推計精度が高いこと、また、過大評価については災害初動時の情報が少ない中で被害の見落としを防ぐ観点では安全側に働くものであることから、一定の有効性が確認できます。これを受け、2019年6月より正式運用する運びとなりました。

表ー1 過去の震度6弱以上の地震における推計結果の妥当性評価(定性評価)結果

| 地震名(最大震度)               | 災害発生報告の有無 |     | SGDAS 推計の評価 |                   |
|-------------------------|-----------|-----|-------------|-------------------|
|                         | 斜面災害      | 液状化 | 斜面災害        | 液状化               |
| 2013年4月 淡路島の地震(6弱)      | 無         | 有   | 適当          | 適当                |
| 2014年11月 長野県北部の地震(6弱)   | 有         | 無   | 過大評価        | 過大評価              |
| 2016年4月 熊本地震(本震)(7)     | 有         | 有   | 概ね適当(やや過大)  | 概ね適当(やや過大またはやや過小) |
| 2016年6月 内浦湾の地震(6弱)      | 無         | 無   | 過大評価        | 適当                |
| 2016年10月 鳥取県中部の地震(6弱)   | 僅少        | 無   | 過大評価        | 過大評価              |
| 2016年12月 茨城県北部の地震(6弱)   | 僅少        | 無   | 適当          | 過大評価              |
| 2018年6月 大阪府北部の地震(6弱)    | 無         | 無   | 概ね適当(やや過大)  | 概ね適当(やや過大)        |
| 2018年9月 北海道胆振東部地震(7)    | 有         | 有   | 適当          | 概ね適当(やや過大またはやや過小) |
| 2019年1月 熊本地方の地震(6弱)     | 無         | 無   | 適当          | 適当                |
| 2019年2月 北海道胆振中東部の地震(6弱) | 無         | 無   | 過大評価        | 過大評価              |
| 2019年6月 山形県沖の地震(6強)     | 僅少        | 僅少  | 過大評価        | 概ね適当(やや過大)        |

## 4. スグダスによる効果と社会的意義

スグダスは、災害対応の初動段階において、災害の発生規模や発生地域の概略把握に役立ち、災害直後の危機管理に寄与することができます。2019年6月の正式運用以降、地盤災害が発生した可能性を防災関係機関等に迅速に共有できるため、現地から具体的な被害情報が入るまで(特に夜間・山間部)の期間における災害概況の把握や初動の対応方針の決定(防災ヘリコプターの巡視航路計画立案、空中写真撮影のコース設計等)の迅速化に役立ちます。実際、令和2年(2020年)

3月に発生した能登地方の地震では、地震発生から7分後にメールが配信され、地方整備局の防災ヘリコプターの飛行計画作成などに活用されました。

このように、国土交通省災害対策本部会議をはじめ、各地方整備局等で活用されることで、災害発生直後のごく初期段階で、情報が輻輳している場合などにおける政府や地方公共団体の初動体制構築に貢献していくことが、人命救助等の迅速化にもつながっていくと考えられます。

## 5. おわりに

スグダスは、日本全国を対象に、地震発生直後の極めて早い段階で斜面崩壊や液状化が発生した可能性がある地域を推計し、防災関係者に伝達することができることが利点です。一方で、先述のように推計結果には課題が残されている上、近年、特に短時間の降水量が増加しつつある中で、先行降雨が斜面崩壊に与える影響を考慮できていないという点も改善していく必要があります。そのため、今後も継続して推計精度の向上に向けた

研究に取り組み、より信頼性の高い推計を可能とするシステムの構築を目指します。

最後に、本システムの開発及び運用は、歴代の担当者の尽力と関係者のご指導・ご協力により実現したものであり、関係者の皆さまに心より感謝申し上げます。また、本誌への掲載の機会を賜りましたことに、この場を借りて感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 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, Vol.51, No.6, pp.381-386.
- 2) 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>, <https://www.gsi.go.jp/common/000081660.pdf> (2021年2月2日閲覧)
- 3) 若松加寿江・松岡昌志(2009): 全国を網羅した地形・地盤分類 250 m メッシュマップの構築. 第3回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」研究成果の中間報告予稿集, pp.15-20.