

過去の地震時地盤災害発生箇所を4分の1地域メッシュデータ化 Aggregation of Quarter Grid Square (Divided Grid Square) Data for Locations of Ground Disasters Caused by Past Earthquakes

地理地殻活動研究センター 岩橋純子・遠藤涼
Geography and Crustal Dynamics Research Center
IWAHASHI Junko, ENDO Ryo
応用地理部 中埜貴元
Geographic Department NAKANO Takayuki

要 旨

地震時地盤災害の推計手法の開発あるいは向上のためには、過去の様々な地震で起きた斜面崩壊・地すべり・液状化発生箇所に関する正解データが必要である。しかし地盤災害の状況図には、面（ポリゴン）・線（ライン）・点（ポイント）、様々な規格で発生箇所が描画されたものが存在する。筆者らは、それらを4分の1地域メッシュ（約250m）で統一的に取りまとめる手法を考案し、GISデータを作成した。

1. はじめに

国土地理院では2019年から地震時地盤災害推計システム（SGDAS）を運用しており、震度5以上の地震発生から概ね15分以内に、地盤災害の発生地域と発生可能性を、気象庁の推計震度分布図と地形・地質等の地理的特性から自動的に推計して公的機関の災害対応関係者に配信している。推計結果については、2012年以降の試験運用期間を通じた評価により有効性を確認しているが、開発時期より後の地震に関する知見は推計手法において考慮されていないこともあり、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低いことが分かっている（中埜・大野，2018）。そこで地理地殻活動研究センターでは、SGDASの推計精度向上に関する研究を令和3～7年度にかけて実施する。その中でまず必要となる現システムの推計性能の定量的な検証には、様々な地震で起きた斜面崩壊・地すべり・液状化について、それらの位置を記載した正解データとなるInventory Map（以下「インベントリ」という。）が必要である。

地盤災害の分布図として作成されている貴重なインベントリは全て利用するのが望ましいが、存在するデータの規格は様々であり統一がとれていない。例えば、紙地図の代表的なものとして、2004年新潟県中越地震の1:25,000災害状況図（国土地理院，2005）が挙げられるが、崩壊地は線とケバの描写による斜面崩壊（小）と、ポリゴン描画による斜面崩壊（大）に分けられている（鈴木ほか，2005）。似たような分

け方のデータは、2008年岩手・宮城内陸地震や2007年新潟県中越沖地震の国土地理院の災害状況図（国土地理院，2009，2007）でも見られる。近年は、紙地図ではなく、デジタル画像を判読してGISデータとして作成されることが多いが、それらの規格にはやはりバリエーションがある。例えば、地盤災害の場所を、領域を描画したポリゴンデータで示すもの以外に、速報的なデータには代表点だけのデータも多く見られる。また、ポリゴンデータについても、崩壊部のみで種別は未分類のもの、流走部や堆積部も描画されているもの、種別として地すべり型とその他が分類されているもの等様々である。

一方、地震時地盤災害の代表的なトリガー情報である推計震度分布図の解像度は、本原稿時点では「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュ・コード（昭和48年行政管理庁告示第143号）」で定められた基準地域メッシュ（通称3次メッシュ：緯度方向30秒×経度方向45秒，約1km四方の区画）であり（気象庁地震火山部，2004）、さほど密ではないことから、SGDASのように推計震度分布図を用いる手法の検証作業に用いるデータとしては、空間分解能の詳細さよりむしろ、データの規格の統一が重要と考えられる。そこで筆者らは、過去の地震時地盤災害発生箇所を4分の1地域メッシュ（通称5次メッシュ：緯度方向7.5秒×経度方向11.25秒，約250m四方の区画）で取りまとめる手法を考案した。なお本論文では、斜面崩壊・地すべりに関するインベントリの集計方法を主体に紹介するが、液状化のインベントリについても、斜面崩壊・地すべりのものと基本的に同様の手法で、4分の1地域メッシュデータへの取りまとめが可能と考えられる。

2. データ作成手法

2.1 凡例の分類

SGDASの地震時斜面崩壊・地すべりの推計手法（神谷ほか，2012；神谷ほか，2014）では、斜面崩壊については数値標高モデル（以下「DEM」という。）から計算される傾斜・曲率を用いて危険度を推計し、地質のデータは脆弱地質と考えられる領域の危険度

の補正のみに利用されている。一方、地すべりについては、地すべり地形分布図(防災科学技術研究所, 2015)から、独自の手法で、20万分の1日本シームレス地質図v1(地質調査総合センター, 2010年3月発行)による地質境界のデータも考慮して算出した地すべり密度を用いて推計されており、DEMベースのデータは使われていない。このように斜面崩壊と地すべりでは推計手法が異なるため、推計結果の検証に利用するインベントリでは、両者を分ける必要がある。

2004年新潟県中越地震の斜面崩壊地(大)(小)については、斜面崩壊地(大)は岩相・地質構造(受け盤・流れ盤等)、斜面崩壊地(小)は傾斜など地形の寄与が大きいことが分かっている(岩橋ほか, 2008)。また、小型の斜面崩壊ほど崩壊深が浅く微地形が寄与することは一般的によく知られている。したがって、国土地理院の災害状況図における斜面崩壊地(大)はSGDASの検証作業では地すべり、斜面崩壊地(小)は斜面崩壊に整理するのが妥当と考えられる。

インベントリにおいて、現地を熟知した判読者が地すべりと斜面崩壊をあらかじめ分類している場合があるが、その場合は、それに従うべきである。分類されていないマップの場合については、次のように考察した。

まず斜面崩壊と地すべりの違いは、英語ではどちらも“landslide”とされているように、曖昧な部分がある。その分類を試みた佐々(2007)によれば、破壊後に急速な運動が生じるものが「崩壊」、一方、既に過去に何度か滑動している箇所が再びゆっくり移動するものが「再活動地すべり」であり狭義の地すべりとされている。なお、2004年新潟県中越地震の頃から、地震では、再活動地すべりでも高速な地すべりが生じることが知られるようになり、その機構が明らかになった(佐々ほか, 2007)。

一方、2011年の紀伊半島豪雨をきっかけに、「深層崩壊」という新たなカテゴリが提唱されはじめた。深層崩壊の定義は、深く、大きく崩れた崩壊ということになるが、定量的な目安としては面積1ha以上とされ、特徴としては特定の地質や地質構造の地域で多く発生することが分かっている(土木研究所, 2012; 砂防学会, 2012)。深層崩壊はSGDASが設計された頃(2010~2012年頃)に使われ始めた用語であり、SGDASではどちらの推計でカバーされているかわかるべきものなのか判断が難しいが、地質の影響が大きいと報告されている点と、規模感が先の斜面崩壊(大)と似ている点から、深層崩壊は「地すべり」カテゴリに分類してデータを作成することとした。

整理すると、斜面崩壊と地すべりのSGDAS検証

用データにおける分類方法は下記のとおりである。なおこれは使用目的を限定した便宜上の区分である。

- ・文献で「地すべり」「深層崩壊」と明記されている箇所や、空中写真上でそれらと類似した規模・様相を呈する近隣の大型の崩壊は、地すべりカテゴリとする。
- ・面積1ha以上の崩壊も地すべりカテゴリとする。
- ・その他の表層崩壊や、1ha未満の小規模な崩壊は斜面崩壊カテゴリとする。

2.2 データの整理・編集

現在のSGDASで「斜面崩壊」の推計に使われる修正六甲式(神谷ほか, 2012)の原型である六甲式(内田ほか, 2004)は、1995年兵庫県南部地震により六甲山地で発生した比較的小型の崩壊地を用いて作成されており、流走部等は対象として含まないものと推測される。したがって、危険度推計結果の検証には、発生区域のデータを使用する。オリジナルデータのポリゴンに、崩壊部のみではなく流走部・堆積部も含まれる場合は、崩壊部のみ取り出す必要がある。

「地すべり」の場合は、現在のSGDASでの推計パラメータとなっている地すべり密度分布図が、地すべり地形分布図(防災科学技術研究所, 2015)の移動体(地すべり土塊)ポリゴンから作成されているため(神谷ほか, 2014)、移動体が含まれていても構わないと考えられる。しかし、土塊ではない土石流化した部分は削除すべきであるため、判読者がポリゴンにあらかじめ境界線を入れている場合はそれを採用し、そうでない場合は傾斜量図(地理院地図)との目視観察によって、土石流化した部分と思われる谷底部の緩斜面を削除した。

2.3 集計用ポイントデータの作成

集計に当たっては、インベントリに含まれる変状範囲のポリゴン、滑落崖やケバのライン、代表点、それぞれを集計用のデータに変換する必要がある。まず、普遍性を考慮して、最も次元が低いデータ、つまりポイント(点)に要素を揃えることとした。集計用ポイントデータの作成手法は図-1のとおりである。図-1の手法は、2万5千分1地形図を基図とするデータの利用を考慮に入れており、オリジナルデータがポリゴンの場合は、50m、つまり2万5千分1地形図の図上2mmの間隔で、ポリゴン内にランダムな点を発生させる。ただしそれより小さいポリゴンでも、あれば1点とする。オリジナルデータがライン(ケバを含む)の場合は、ラインから12.5m(2万5千分1地形図の図上1mmの間隔で描写されているケバが潰れて1つのポリゴンになる間隔)で、バッファを発生させ、後はポリゴンの場合と同じよ

うに処理することとした。オリジナルデータが点の場合は、小規模な崩壊地が多いと考えられるため、基本的にそのまま使うこととした。ただし、大きな

崩壊地が点データとなっている場合は、再判読でのポリゴンデータ作成を検討する。

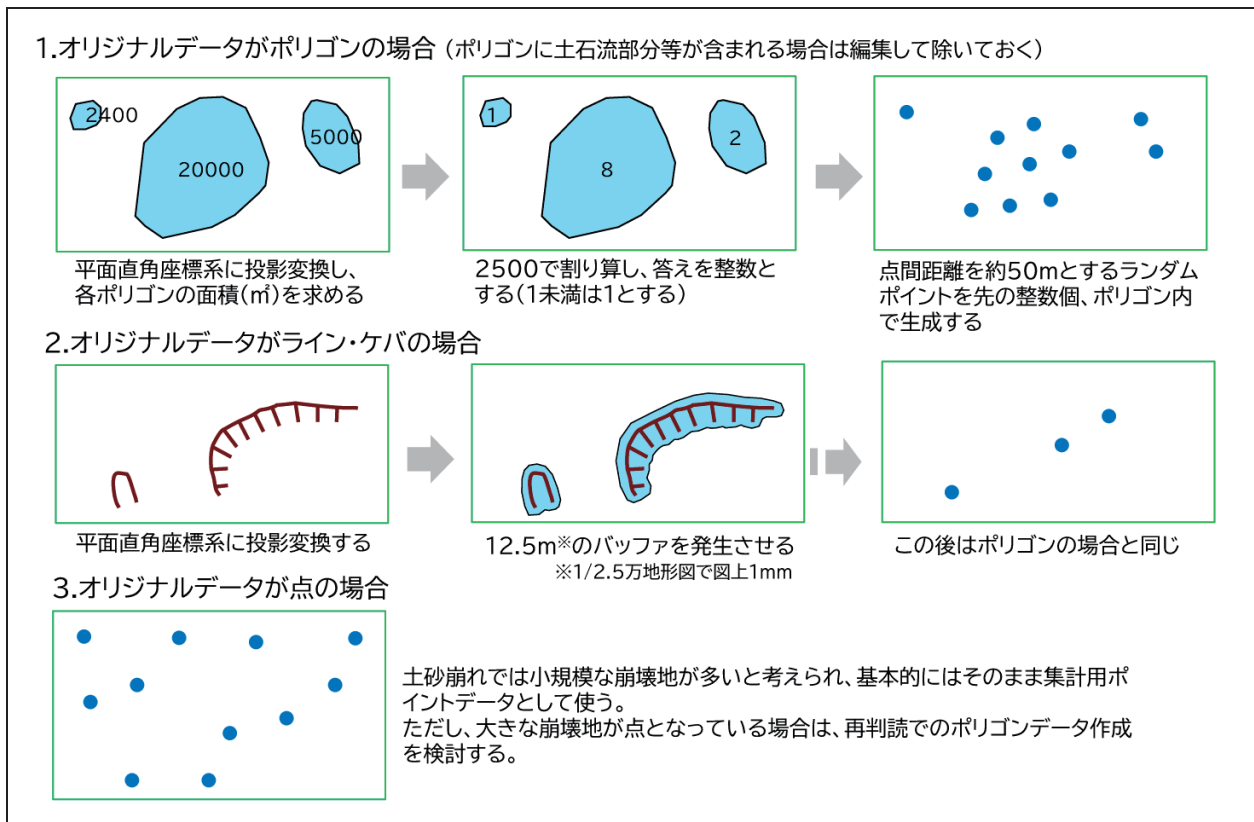


図-1 集計用ポイントデータの作成手法

2.4 データの集約

SGDAS の入力データとして利用されている推計震度分布図（気象庁）の解像度は、2022年現在、総務省統計局の第3次地域区画の基準地域メッシュ（通称3次メッシュ）に相当する。他にも、国土数値情報（国土交通省）、地震動マップ（防災科学技術研究所）、国勢調査のメッシュ情報（総務省統計局）など、公的機関の地理空間情報は、地域メッシュ区画に応じた区画割が利用されている事例が多い。SGDAS では、強い揺れの範囲に応じて、約250m（4分の1地域メッシュ）、約500m（2分の1地域メッシュ）、約1km（基準地域メッシュ）、約2km（基準地域メッシュ×2）、約4km（基準地域メッシュ×4）の解像度で地盤災害の発生可能性を推計している。なおこれまでの地震では、大部分が4分の1又は2分の1地域メッシュで推計されている。インベントリの集計単位は、それに合わせて4分の1地域メッシュとすることにした。

4分の1地域メッシュ（通称5次メッシュ）の枠のGISデータは、e-Statの「地図でみる統計」ウェブサイト（<https://www.e-stat.go.jp/gis>）から「5次メッシュ（250mメッシュ）境界データ」として公開され

ている。この枠のデータを利用して、図-2で示す集計用ポイントデータを空間結合し、メッシュ内の点数を数えて密度計算等を行い、シェープファイルを作成した（図-2）。

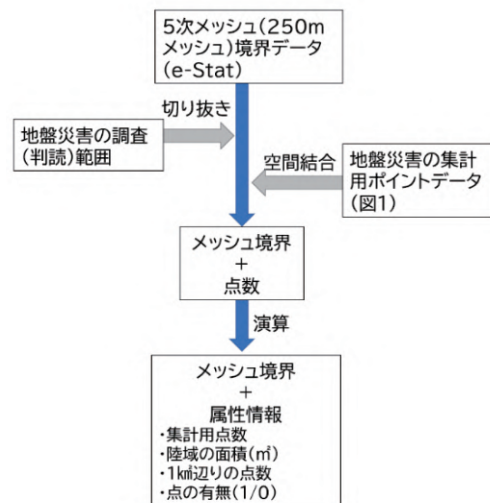


図-2 集計用ポイントデータの4分の1地域メッシュへの集約手法

3. 構築したデータの事例

この章では構築した主なデータについての諸元と解説を記す。

3.1 2004年10月23日新潟県中越地震

平成16年新潟県中越地震 1:25,000 災害状況図（国土地理院，2005）のGISデータを使用した。斜面崩壊地（大）を地すべり，斜面崩壊地（小）を斜面崩壊として，2章で記したデータ作成手法により4分の1地域メッシュデータを作成した（図-3）。

3.2 2007年7月16日新潟県中越沖地震

ウェブマップとして公開された災害状況図（国土地理院，2007）のGISデータを使用した。こちらのデータでは，斜面崩壊地（大）に相当する崩壊地はポリゴンで，斜面崩壊地（小）に相当する崩壊地はラインで描画されている。さらに，液状化の発生箇所を示したポイントデータがある。これらのオリジナルデータを用いて4分の1地域メッシュデータに取りまとめた。

3.3 2008年6月14日岩手・宮城内陸地震

平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震 1:25,000 詳細活断層図（国土地理院，2009；星野ほか，2011）のGISデータを使用した。この地図では，斜面崩壊・地すべりの崩壊部を含むデータとして，3.1，3.2 同様の斜面崩壊地（大）・斜面崩壊地（小）の他に，荒砥沢地すべりのような大型の岩盤地すべりを凡例で「地すべり」としている。本稿では，2.1での整理に従い，斜面崩壊地（大）・地すべりを地すべり，斜面崩壊地（小）を斜面崩壊に整理し，4分の1地域メッシュデータを作成した。

3.4 2016年4月16日熊本地震

阿蘇カルデラ内の崩壊地分布図については Sakai et al. (2022) のGISデータを使用した。このデータは，2016年4月19日～5月19日の間の航空レーザ測量の1mDEM画像を判読して作成された崩壊部のポリゴンデータである。

カルデラ外については，防災科学技術研究所(2016)のGISデータを使用した。こちらは，国土地理院が地震後に撮影した空中写真（平成28年4月16日，19日，20日及び7月5～24日撮影）から，地震により生じた土砂崩壊地の分布を判読して作成されたポリゴンデータである。土石流部分も含むデータであるため，編集により除いてから使用した。

斜面崩壊と地すべりのカテゴリ区分は，ポリゴン面積1ha以上か未満かのほかに，黒川(2018)，土木学会西部支部(2017)，笠間ほか(2017)も参考にした。カルデラ内外で作成機関が異なるため，属性情報に作成機関の別を加えた。

3.5 2018年9月6日北海道胆振東部地震

発災直後に地理院地図で公開されたオルソ空中写真（2018年9月6～13日撮影）のほか，北海道水産林務部による発災後の航空レーザ測量の2mDEMを基にした地貌図(CBZ；(株)シン技術コンサル変換・作成)の判読により作成されたGISデータ(山岸・岩橋，2020；判読は山岸による)を使用した。斜面崩壊と地すべりについては，既に分類されており，オリジナルデータの区分けを踏襲した。航空レーザ測量のデータによる判読範囲と，空中写真による判読範囲は正確さに違いがあると考えられるため，属性情報にソースの別を加えた。

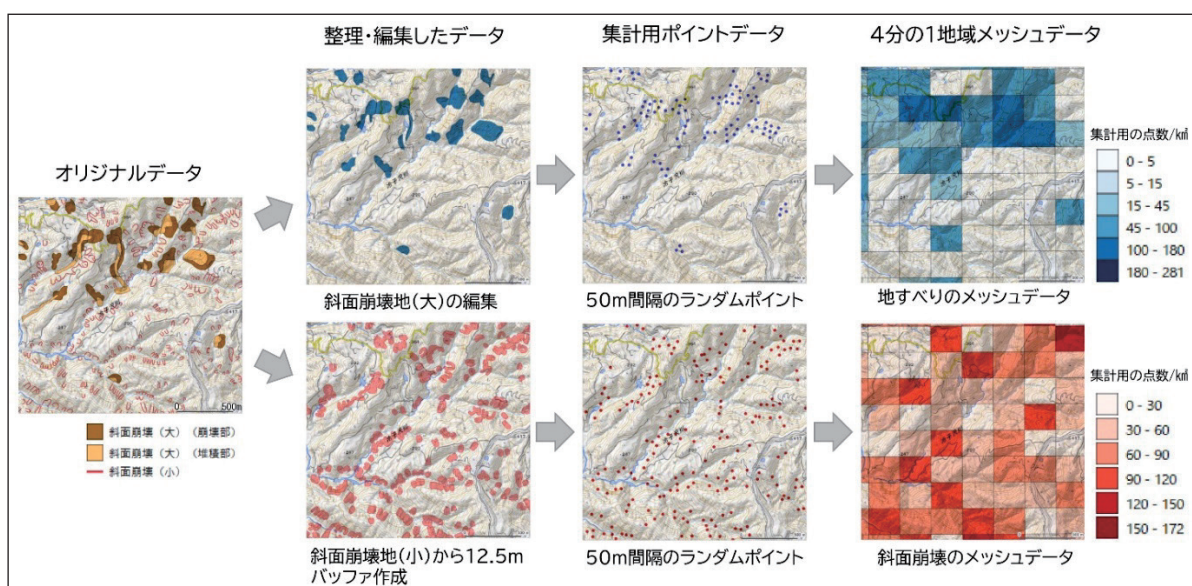


図-3 平成16年新潟県中越地震 1:25,000 災害状況図（国土地理院，2005）のGISデータ（長岡市の一部を抜粋）から4分の1地域メッシュデータを作成する様子

4. まとめ

様々な地盤災害のインベントリのデータから、4分の1地域メッシュ区画ごとに発生の有無や密度を集計し、GISデータとして集約する手法を取りまとめた。今後も使用可能なオリジナルデータが入手でき次第、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を進めていく。さらに、これらのデータを基に、SGDASの検証作業を行っていく

予定である。

謝辞

国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室の坂井佑介主任研究官には熊本地震の崩壊地分布図を御提供いただいた。ここに感謝の意を表する。

(公開日：令和4年11月30日)

参考文献

- 防災科学技術研究所 (2015)：地すべり地形分布図デジタルアーカイブ，
https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html (accessed 13 July 2022) .
- 防災科学技術研究所 (2016)：熊本地震による土砂移動分布図 (2016. 6. 27 更新)，
<https://www.bosai.go.jp/mizu/dosha.html> (accessed 13 July 2022).
- 地質調査総合センター (2010)：20万分の1シームレス地質図 v1.
- 土木学会西部支部 (2017) 平成28年熊本地震被害調査報告書，
https://www.jsce.or.jp/branch/seibu/00_active/index2.html (accessed 13 July 2022).
- 土木研究所 (2012)：過去の深層崩壊事例について (～平成22年度)。
https://www.pwri.go.jp/team/volcano/tech_info/study/h23_fy2011/past_dscl-list20120117.pdf (accessed 13 July 2022).
- 星野実，鈴木義宜，岩橋純子，吉武勝宏，田中庸夫，高橋広典 (2011)：平成20年 (2008年) 岩手・宮城内陸地震 1:25,000 詳細活断層図 (活断層・地形分類及び地形の変状) について，国土地理院時報，121，29-37.
- 岩橋純子，山岸宏光，神谷泉，佐藤浩 (2008)：2004年7月新潟豪雨と10月新潟県中越地震による斜面崩壊の判別分析，日本地すべり学会誌，45(1)，1-12.
- 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，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.
- 笠間清伸，北園芳人，矢ヶ部秀美 (2017)：平成28年熊本地震に起因した斜面災害に関する現地調査報告，地盤工学会誌，65-4(711)，8-11.
- 気象庁地震火山部 (2004)：配信資料に関する技術情報 (地震火山編) 第172号 ～推計震度分布図のオンライン提供開始について～，平成16年10月1日，
<https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/172.pdf> (accessed 13 July 2022).
- 国土地理院 (2005)：国土地理院技術資料 D1-No451 平成16年新潟県中越地震 1:25,000 災害状況図.
- 国土地理院 (2009)：国土地理院技術資料 D1-No541 平成20年 (2008年) 岩手・宮城内陸地震 1:25,000 詳細活断層図 (活断層・地形分類及び地形の変状) .
- 国土地理院 (2007)：「平成19年 (2007年) 新潟県中越沖地震」情報集約マップ，
<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H19-nigata-index.html> (accessed 13 July 2022).
- 黒川潮 (2018)：平成28年 (2016年) 熊本地震によって生じた山腹崩壊，水利科学，359，18-33.
- 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.
- 砂防学会 (2012)：深層崩壊に関する基本事項に関わる検討委員会 報告・提言，JSECE Publication，65，27p，
<http://www.jsece.or.jp/archive/news/2012/teigen20120402.pdf> (accessed 13 July 2022).
- Yusuke Sakai, Taro Uchida, Ikushi Hirata, Kazunari Tanehira, Yasumasa Fujiwara (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.
- 佐々恭二 (2007)：地すべりダイナミクスの発展，京都大学防災研究所年報，50(A)，93-109.
- 佐々恭二，福岡浩，汪発武，王功輝 (2007)：平成16年新潟県中越地震により発生した再活動地すべりに

- おける高速地すべり発生・運動機構, 日本地すべり学会誌, 44(2), 71-78.
- 鈴木義宜, 丹羽俊二, 田口益雄, 関崎賢一, 長谷川学, 飯田誠, 門脇利広 (2005): 新潟県中越地震の災害状況図作成について, 国土地理院時報, 107, 53-63.
- 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の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, 204, 91p.
- 山岸宏光, 岩橋純子 (2020): 地震による斜面災害の GIS を用いた地形・地質解析. 地震による地すべり災害 — 2018 年北海道胆振東部地震, 「地震による地すべり災害」刊行委員会編, 北海道大学出版会, 370p.