

(1) 特別研究課題「SGDASの推計精度向上に関する研究」終了時評価【審議】

○委員長 それでは、議事に移ります。

議事(1)として特別研究課題「SGDASの推計精度向上に関する研究」について、本研究の担当者から説明をお願いいたします。

○岩橋主任研究官 御紹介いただいた地理研の岩橋です。どうぞよろしくお願いいたします。

こちらの課題は、令和3年度から今年度末までの5年間の課題になります。令和5年度に中間評価を受けておりまして、今回のプレゼンでは、そこからの進捗分を中心に概要を御説明します。

まず、SGDASの概要について御説明しますと、SGDASは気象庁の推計震度分布図を受信後、数分ほどで、地形や地質などのデータと併せて、斜面災害と液状化の発生可能性がある概略位置と規模を推計します。このようなレポートを自動作成して、行政機関の災害対応関係者や国交省のDiMAPSに配信しています。空中写真の撮影計画や巡視ルートの策定等に利用されておりまして、地震発生直後の情報の空白を埋め、応急対応に貢献しております。

SGDASは2010年頃の特別研究で開発され、2013年から院内で試験運用開始、そして2019年から外部配信しております。画期的なシステムではありますが、10年以上の運用で、その後の地震の蓄積などもありまして、改善点が見えてきました。まず、研究開始時点で次のような課題が分かっていました。斜面災害の推計結果は全体的に過大傾向となっています。例えばスライド3の右上の図では、実際は土砂崩れが1か所で、ほかは落石が起きた程度なのですが、全体に赤くなっています。次に、液状化の推計精度が低い、そして見逃しが多いと。例えば右下の図のように、発生箇所と赤いところが、埋立地以外は合っていないケースがあるとかです。また、システムが不安定かつ硬直的で、レポートの利便性が低いという課題もありました。そこで、近年の地震による知見を反映した推計精度の向上、地域特性に合わせた推計、システムの安定化と柔軟化、ユーザーのニーズに合わせたレポートが求められていました。

研究開発の目的は、SGDASの推計精度を向上させ、初動対応に必要な不可欠な情報を更に高精度化することとし、また、安定性・柔軟性に優れ、推計結果の利用性に優れたシステムへの改良を行うことと設定し、本研究を開始しました。アウトプット目標は次の3点で、まず、最新の研究成果を踏まえ、地形・地盤に関する追加情報も加味した推計手法を確立

する。推計精度については、本研究実施後は、「適当」のみで70%以上を目指すとしていました。さらに、複数の推計モデルの組合せや新規モデルの追加が容易なシステムの実装形態を検討し、新たな推計手法を実装した改良型推計システムを開発する。また、レポートの「伝わる」表現化や二次利用しやすい仕様を検討し、よりの確な初動対応方針の策定等に寄与することをアウトカム目標としました。

では、ここから斜面災害の推計精度向上に関する研究開発について御説明します。

まず、既存の斜面災害推計手法による主な課題は、こちらのとおりです。斜面崩壊の発生可能性は、スライド6の図では、実際の複雑な処理を非常に単純化しているのですが、基本、揺れの強さと傾斜、曲率で求められています。脆弱な地質の場合は、発生可能性を1段階高く補正しています。ところが、この脆弱地質マップに斜面の脆弱性を反映しない区分が一部存在することと、降下火山砕屑物（テフラ）等の未固結層の考慮不足が判明していました。右下のカルデラの図は熊本地震のケースですが、このように補正によってかえって精度が下がる地域があるということです。脆弱地質に関しては、ここ10年で既往研究による知見が増えておりまして、地震時の崩壊の多寡や崩壊様式には、地盤・岩盤の地震特性の違い、具体的には工学的岩盤分類（工事現場で使われるような軟弱岩盤、硬質岩盤、層状、剝離しやすさのような分類）や斜面上の未固結物質との関係が示唆されています。さらに、国総研さんの一連の研究で、傾斜のみを用いるシンプルな推計が可能ということが分かってきましたが、それには斜面のゾーニングが必要であることが明らかとなっています。

中間評価時点までに進めた研究から、その他の課題を含めて整理し、解決のための方針を定めました。その後の対応事項を含めて御説明します。まず、先ほどの脆弱地質マップの課題は、近年の知見を反映した包括的な対応として、地盤条件や崩壊様式に着目し、全国を統一的な基準で分類した地形・地質ゾーニングマップを作成しました。さらに、分類ごとに、斜面傾斜角と地震動を用いて斜面災害を推計する手法を開発しました。その他の課題と対応事項については、まず、地形データの精度の課題ですが、こちらは、中間評価時点で精度検証して差し替えていまして、ここでは詳細説明は省略します。次に、事前降雨の影響で、ケースが少ないため明らかになっていないところがあったのですが、事前降雨を使用した際の精度検証を実施しました。次に、誘因ですが、SGDASでは推計震度分布図を入力していますが、ほかの地震動についても調査しました。

課題①への対応について御説明します。まず、地形・地質ゾーニングマップを開発しま

した。地震時の崩壊の多寡や様式は、傾斜だけでなく、工学的岩盤分類や土層厚が影響しますが、それらを考慮して、かつ全国を網羅するマップはありません。そこで、産総研地質調査総合センターとの共同研究でゾーニングマップを開発しました。主な素材は、シームレス地質図——全国をカバーする唯一の地質図ですが——の凡例を、工学的岩盤分類等を基に取りまとめたマップと、こちらのDEMから作った地形分類図の凡例を、ボーリングデータによる岩盤深度や傾斜との関係を基に取りまとめたマップの掛け合わせです。それに、平野部の危険箇所に対する補足として、土砂災害特別警戒区域、それから新期火山灰（テフラ）に関する補足として、土壌図から加えて、最終的に斜面を7種類に区分しました。

スライド9が作成したマップです。このデータは、SGDASデータ公開サイトから公開しています。全部で7区分ですが、ゾーン0と1は平野部の緩斜面、2はテフラなど未固結層が載っている山地・丘陵など、ゾーン3から5は軟質岩の斜面で、地形と層状岩盤かどうかで分けています。そしてゾーン6は、硬質岩や中硬質岩の崩れにくい斜面です。より詳細な地盤や崩壊様式の要因を斜面災害の推計に反映できるように設計しております。

次に、地形・地質ゾーニングマップを用いた斜面災害推計手法を開発しました。こちらは、スライド44にある10地震の正解データを集めて集計した後、マトリックス表を作成しました。SGDASの用途では、既往地震の集計結果を忠実に再現するより安全側のモデルが必要と考えたため、検討の後、実績値を参考に安全寄りにチューニングして表を完成させました。こちらの見本はゾーン5のためのマトリックス表ですが、どのゾーンで、震度が幾つで、傾斜が幾つなら、発生可能性ランクが幾つと、メッシュごとに場合分けで決めるものでして、液状化の推計手法と同じくマップベースの極めて簡便な推計手法になります。傾斜震度、ゾーニングマップがあれば、QGISなどの汎用GISでも容易に計算可能です。

次に、課題②-2への対応です。こちらについては3日間から30日間雨量のデータを収集して画像化し、それを使って雨量で加重しなかった場合と比較して相関関係が改善するか、つまり推計結果の更なる改善が見込めるかを調べました。結果、地震によってばらつきがあり、少し確証が持てなかったため、現時点で導入の動機は低いと判断しました。次に、課題②-3についての対応ですが、電子基準点の水平変位量と最大震度の情報から、斜面災害の多寡を簡易的に推計する手法を作成しました。さらに、強震計と電子基準点の観測データからPGVを計算し、空間補完して作成した面的データと、斜面災害分布との関係を解析し、2016年熊本地震では、強震計単独よりも強震計と電子基準点の両方を用いたほうが、斜面災害分布をよく説明することが分かってきています。論文投稿中であり、また、

電子基準点から面的なデータを作ることのできる事例が少ないため、まだ研究中で、今後の課題です。

次に、精度検証について御説明します。研究着手時には、過去の大地震での正解データがそもそもそろわず、手元の2016から2019年頃の出力図の目視での評価のみ行われていたのですが、中間評価時点で、定量的な評価を取り入れるに当たって、まず、過去の大地震の災害実績図を収集して、様々な種類のデータの規格を統一し、正解データのセットを作成しました。これにより、新旧推計結果の優劣の客観的・定量的な比較・検証と、課題の特定と解決策の検討は課題になりました。定量的な指標については、中間評価時点でこれらの三つを導入していましたが、まず、崩壊や液状化が発生すると目星を付けた場所がどれだけの的中しているかを見るPR-AUCや、発生した場所、しなかった場所をどれだけ正確に仕分けられていたかを見るROC-AUC。それらの画像部分の当たり具合によく使われる指標や、発生密度と推計結果に相関関係が確実にあるかどうかを診断した結果などを用いました。ほかに参考資料として、発生可能性ランクごとの実際の崩壊密度のグラフも作成しました。さらに、中間評価での御意見を受けて、図の印象もチェックしました。特に発生可能性ランク大・中（赤や紫の表示）を正解データと特に重なってほしい部分と考え、GISデータを用いて確認しました。

新方式の評価手法ですが、まず定性的・定量的評価を総合して、現在のSGDASの設定（既に推計震度分布図や地形データが高精度化されている）と新方式のシミュレーションデータを比較し、新方式が更に優れているか、「適当」か判定しました。実は、気象庁の推計震度分布図が1kmメッシュから250mメッシュに変更され作り方も変わるという大改革が途中でありまして、既に対応済みのバージョンで新方式と比較しています。スライド13は2016年の熊本地震の事例です。左上の図が正解データで、この辺りがカルデラです。青いメッシュは崩壊が起きなかったメッシュで、赤くなるほど崩壊密度が高いメッシュになります。真ん中のaが現在のSGDASの設定で出力したシミュレーション画像です。右のbがゾーニングマップを使う新方式になります。まず、定性的な評価を、特に発生可能性大・中に着目して行いました。カルデラの中央火口丘で大量にテフラ層すべりが起きた事例において、aではその辺を結構外しておりますが、bでは、テフラをかぶっている斜面は別途モデルを作ったことにより大きく改善しております、こちらのモデルでテフラ層すべりのような現象もカバーできることが確認できました。また、外輪山について、地盤の脆弱性を反映しない部分も改善されて、研究着手時に斜面崩壊で課題となっていた過大評価が大幅に

軽減されています。下の定量的な指標については、全て改善しております。そこで、これについては総合して新方式は「適当」と考えられます。

スライド14は、定量的な指標について、現在のSGDASの設定のデータと新方式のデータを、250mメッシュ推計震度分布図を得られた7地震について示したものになります。崩壊密度の棒グラフも参考に添えています。指標の精度が良いほうに黒丸、同じものに三角を付けています。右側の新方式は、単体で見て、崩壊地がとても少ない2地震以外は、全ての指標が当初目安を超えています。また、これら2地震もベースラインとの倍率や関連の優位性グラフを見ると、中越沖地震は単体で良好、2007年能登もおおむね良好と言ってよいのではないかと考えております。次に、新旧比較しますと、中越地震を除く6地震で、新方式で、更に定量的指標が改善しています。

スライド15の表は、先ほどの定量的な評価のまとめに加えて、定性的な評価を地震ごとに行い、新方式について総合判定したものです。定性的な評価については、発生可能性大・中の目立つ領域に注目して、GIS上で正解データと見比べて、話合いで決めました。はっきりしていることは、全例で過大評価が改善していることです。中越沖地震については、定量的に新手法が僅かに劣る結果になりましたが、崩壊箇所の当たりを上げつつ、過大評価を改善することは本来難しく、総合すれば、おおむね適当と考えております。7地震中5地震で適当と言える結果になり、これまでなかった全国を網羅するゾーニングマップを作成したことにより、従来と比べて非常に簡便な推計手法ながら、過大評価の軽減と、ある程度の精度を両立した推計が可能になっていることは確認できました。

スライド16から、液状化の推計精度向上に関する研究開発について御説明します。

中間評価時点までに進めた研究から明らかとなっていた課題は、スライド17のAからCの3点です。まず、全国一般的な課題として、液状化の推計のベースとなる地形分類図に、旧河道の表現など、改善の余地がありました。なお、液状化の推計は主に地形分類図の凡例をグルーピングした地形区分図で行われております。特定の地域に関する課題としては、こちらの課題B、これは熊本地震の履歴から明らかになったことですが、地下水位の高い火山地では、比較的勾配のある斜面でも多くの液状化が発生しました。さらに、課題Cは、北海道胆振東部地震等からですが、大規模盛土地、谷埋め盛土での被害がありました。そこで、火山地域を含めた地下水位の高い地域を考慮し、普遍性を持つ液状化の推計モデルを開発し、それから大規模盛土地をどのように取り入れるか考案しました。

まず、課題Aへの対応です。既に実装している部分になりますが、地形区分の描画がよ

り正確なJ-SHIS Map 2020年版の利用に変更しました。さらに、地理院のベクトルタイル自然地形の旧河道、落堀を追加し、旧河道のデータを精緻化します。

次に、課題Bへの対応として、地下水位の高い地域ですが、検討の結果、最終的に、農研機構さんの土壌インベントリから公開されているデータを使わせていただきました。地下水位が高い場合に形成される土壌が分布する範囲を土壌図から取得しました。加えて、液状化の発生要件の一つである砂層の分布を土壌図・土性図から取得しました。

課題Cの大規模盛土地への対応については、現時点では、ハザードマップポータルの盛土の抽出と地形区分図への取り込みを行っております。また、年度末までには、この次に終了時評価が行われる過去地形特研の成果を盛り込む予定です。スライド20のDEM差分図は1960年代の地形との差分でして、この赤い領域が1960年代以降の盛土を示しております。かぶせてある黒の斜線は、ハザードマップポータルから公開されている大規模盛土造成地ですが、DEM差分図を用いてこのように盛土の領域を補足しまして、250mメッシュ化して液状化の推計に利用する予定です。

現時点のモデルになりますが、現時点の地形区分と震度の発生可能性対応表はスライド21のとおりです。このマトリックス表については、液状化総プロの知見を取り入れたモデル、中間評価で中埧モデルとして御紹介していましたが、そちらを基に作成しました。中埧モデルの地形区分から、こちらの色付き文字の凡例を、条件に沿って再分割しまして、さらに、一番右の列の埋立地等は分けたものになります。取りまとめた地形区分図の新潟の事例を右下に示しています。発生可能性ランクについては、2024年の能登半島地震などの事例を参考に作成しています。

新方式の評価手法は、基本的に斜面災害と同じです。スライド22のとおり定性的評価と定量的評価の総合判定で、新方式が現在のSGDASより更に優れているか、「適当」かどうかを判定しました。こちらは2004年の新潟県中越地震の事例ですが、左が正解データです。液状化のデータは、残念ながらメッシュ内の密度データがないので、液状化のある、なしで示しています。まず、定性的な評価を、特に発生可能性大・中に着目して行いますと、真ん中のaの現在のSGDASの設定では、液状化メッシュと発生可能性大・中、赤や紫のところはあまり重なりません。一方で、右側のbの新方式では、見逃しが大幅に改善しております。下の定量的な指標についても、全て改善しています。そこで、総合して新方式は、こちらの場合、「適当」と考えられます。

スライド23は、定量的な指標について、現在のSGDASの設定のデータ、左の列と、右の列

の新方式の結果を、250mメッシュ推計震度分布図を入手できた6地震について示したものです。指標の精度が良い方に黒丸を付けております。右の列の新方式では、現時点でも単体で見て、4地震で全ての指標が当初目安を超えていて、ほか2地震、北海道胆振東部地震と鳥取県中部の地震のPR-AUCですが、それらもBLとの倍率で見れば、偶然の6倍から8倍ぐらいの確率で液状化メッシュを当てています。次に、新旧を比較しますと、鳥取県中部の地震を除く5地震で、新方式の定量的指標が更に改善しています。トータルで見ると、液状化が非常に少なかった鳥取県中部の地震は、定性的な評価を優先して総合判断する必要があります。ほかは指標から、良好と言えるのではないかと考えております。

スライド24の表は、先ほどの定量的な評価のまとめに加えて、定性的な評価を地震ごとに行って、新方式について総合判定したものです。液状化は全体に、新モデルで見逃しが改善する方向です。液状化のインベントリは、発災したメッシュが少なく、全体的にベースラインが非常に低いですが、特に液状化メッシュが少なかった鳥取県中部の地震については、見逃し改善と裏返しで、やや過大でした。定性的な評価を含めても、鳥取県中部の地震を除いて、「適当」という結果になりました。6地震中5地震で「適当」と言える結果になりまして、新しい地形区分図を作成したことにより、見逃しの改善等々、精度の確保を両立できていることが確認できました。

スライド25からは、システムの安定化、利便性向上について御説明します。研究開始時点でのSGDASは、モニタリング機能がないほか、正直かなり不安定なものでしたが、まず初年度の大改修で、システムの安定化やモニタリング機能、フェールセーフ機能が付きまして。中間評価後の令和5年度に、これが現在運用中のものになりますが、気象庁の250mメッシュ推計震度分布図の配信開始への対応や、推計結果閲覧サイト構築、さらに、令和6年度以降に新方式を入れ込んだシステムの構築を逐次行いました。並行して、新しい背景地図や静的データの更新を行いまして、安定性の向上と最新データへの対応を行いました。

スライド27のユーザーニーズの調査については、中間評価で御報告したとおり、令和4年度に行っています。まず、実際の活用例としては、真ん中のように、地方整備局の防災ヘリのルート設定や、土砂災害警戒区域の施設点検のルート設定など、中央の災害対策本部での企画立案への利用が行われております。自由記述欄やヒアリングでの主な意見ですが、過去の推計結果を含めたウェブサイトでのマップ掲載や、GISデータ提供の要望が多く挙がっておりました。推計結果については、空振りがあってもよいのですぐ傾向を見たい、また、高解像度より地図の見やすさとか迅速性を重視、さらに想定地震の地震データを用

いた地盤災害の推計結果を防災訓練等に活用したい、という要望が3割の回答者から挙げられておりました。

スライド28では、特にウェブマップやデータのダウンロードの要望が多くあったことから、ユーザーニーズに応え、また、中間評価で御指摘があった推計結果の積極的な伝達にも役立つかと思いますが、推計結果閲覧システムを構築いたしました。これは、新しい推計データがサーバーに上がってくると、検知して、ウェブサイトへ自動アップロードするもので、地図を閲覧したり、レポートやGISデータをダウンロードしたりすることができるように設計しました。現時点では、次年度の運用に向け調整中です。

まとめです。

スライド30には実施事項及び当初目標の達成度を記載しています。アウトプット、アウトカムで4項目挙げておりました。①と②を合わせますと、斜面災害・液状化について、地形地質ゾーニングマップと地形区分図、新たな推計モデルを作成し、精度を確認したことにより、当初目標を達成しております。③については、静的データの差し替えや推計方式の変更が容易になった新システムを作成しております、達成しております。④については、推計結果閲覧サイトを、ユーザーの要望を受けて構築し、達成と考えております。必要性・効率性・有効性等の観点からの評価については、終了時評価表に記載しておりますが、いずれも妥当と考えております。

研究成果の公表状況は現時点でスライド31のとおりです。オープンデータ、オープンサイエンスの観点から、データ公開や論文作成、外部機関との交流を活発に行ったことにより、本研究で得られた要素技術や知見、マップデータは、SGDASの枠に留まらず幅広い分野での利活用と波及効果が見込まれると考えております。

中間評価での御指摘事項への対応ですが、スライド32のとおり3点をいただいております。①の人員体制の充実については、令和4年度以降、限られた人員となっておりますが、研究の優先順位づけと取捨選択を行いました。そして、外部との連携や知識の習得、また実務の部分で、研究管理課をはじめ関係部署の支援を受け、研究を完了させました。②の精度検証に関する御意見については、メッシュごとの位置関係を考慮した空間統計量については、ROC-AUC等の定量的指標について考察し、定性的な部分について、特に発生可能性大・中の広がりに着目して、GISを利用して評価を行いました。③推計結果の積極的な伝達・広報については、ユーザーの要望を受けて推計結果閲覧サイトを構築いたしました。そして、当該サイトからGIS上で表示できるファイル等をダウンロード可能と設計してお

ります。また、広報を視野に、SGDASの概要の動画を作成しました。

最後に、今後の利活用ですが、次年度以降、研究フェーズを終えて、研究管理課に運用は移管され、改良版SGDASの実運用が始まる予定です。そのほか、仮想の地震に対してSGDASを用いたシミュレーション解析は、ユーザーの要望をきっかけとして始まった試みですが、今後も関係機関と連携しながら、依頼に応じた対応を行っていく予定です。以上で説明を終わります。御清聴ありがとうございました。

○委員長 ありがとうございます。

続いて、事務局からの説明をよろしくお願いいたします。

○佐藤技術政策企画官 続いて、事務局から資料1－2について説明いたします。

初めに、この資料の位置づけについて説明いたします。この資料1－2、研究課題終了時評価表（案）となっておりますが、この（案）が取れたものを、本日の委員会の議論を経て、委員の皆様にとめていただきたいと考えてございます。

なお、この国土地理院の内部で実施した研究評価会でまとめたものが、今お見せしている（案）となっております。

なお、1－2の最終ページの総合評価欄については、現時点では空欄としております。会議の後半、委員の皆様にご議論いただいた上、総合評価欄を埋めていただき、委員長から講評をいただきたいと考えてございます。そして、その後、本日いただいた御意見と委員長からの講評を踏まえて、事務局で必要に応じてこの評価表（案）を修正して、また委員の皆様の総合評価を記入して、最後に、委員の皆様にごメールにて照会させていただきます。御了承いただきましたら、最終的な評価表として確定して公表するというものとしたと思っています。

資料1－2の位置づけは以上となります。

それでは、内容について説明をいたします。

まず、この資料1－2の初めの1から6については、基本的に研究課題提案時に書いていたものと同じになります。

次に、7は研究の実施内容で、基本的に今、担当から説明したことが書いてございます。

8は目標の達成度について書いてございます。アウトプット目標、アウトカム目標と、それに対してどう達成したかが書いてありまして、これも基本的には今説明したとおりとなっています。

次のページが9になります。9が一番御確認いただきたいというもので、委員の皆様か

ら見た評価をこの9に記載するという形になってございます。

この評価表（案）には、この評価の案を記載しておりますので、少し時間がかかりますが、主な箇所を読み上げたいと思います。

--- 資料1－2 9. を読み上げ ---

ということで、評価の案を書いております。

そして10には、論文の発表状況、今後の利活用、課題が書いてございます。先ほど主なものは御説明したので、省略させていただきます。

最後、11に総合評価の欄がございます。これは現状では空欄にしておりますので、後ほど別室で御議論をいただき、そこで皆様に1から4のどれかを選んでいただきたいと思いますと考えてございます。

資料1－2の説明は以上になります。

○委員長 ありがとうございました。

それでは、説明がありました研究内容や評価表（案）について、委員bから何かコメント等はございますでしょうか。

○委員b 確認のお伺いですが、能登半島地震が発生したときは、中間評価の前でしたでしょうか、後でしたでしょうか。

○岩橋主任研究官 能登半島地震は、直前ぐらいだったかと思います。

○委員b そういたしますと、もう早速、新たな検討に利用したということですか。

○岩橋主任研究官 はい、利用いたしました。

○委員b はい、ありがとうございました。以上で結構です。

○委員長 それでは、委員の先生方から御意見、御質問等をよろしくお願いいたします。

○委員b 震度分布が気象庁の250mメッシュになったのが、何年度からでしょうか。

○岩橋主任研究官 250mメッシュの推計震度分布図については、最後のスライド53に説明を載せておりますが、SGDASでの取り入れは2025年の1月からになります。

○委員b 2023年ではなくて2025年ですか。

○岩橋主任研究官 はい。並行配信が始まりまして、その頃にフォーマット等が分かったものですから、それから対応するためのシステム改修の発注などを行いまして、動き始めたのが2025年の1月からということになります。

○委員b そうすると、あまり長い時間を取れなかったということですが……。

○岩橋主任研究官 そうですね。

○委員b 研究開発中にデータの種類というか、内容が変わってきたということを受けつつ、進められたということですね。

○岩橋主任研究官 はい。

○委員b 分かりました。

○岩橋主任研究官 そして、最終的には250mメッシュの推計震度分布図に合わせたモデルを構築しました。

○委員b そうしますと、過去の地震について、例えば2004年とかの新潟県の中越沖地震とか、そういうのも——あつ、これもやっているのですね。

○岩橋主任研究官 はい、過去の地震のデータについては、スライド44や52に、モデル作成などに使った地震のリストがあるのですが、気象庁さんから250mメッシュの推計震度分布図のテスト用のデータを御提供いただいています。リストの全部の地震ではないのですが、それらについて使用して、シミュレーションを行いました。

○委員b そうすると、気象庁から提供された過去の地震のデータについても、東北地方太平洋沖地震以外は250mメッシュで推計（を行っているということですね。）

○岩橋主任研究官 はい、東北地方太平洋沖地震については、1 kmの震度分布図しかございませんが、ほかの地震については、入手できたものについては250mメッシュで作成や検証を行っています。ただ、斜面崩壊については、ゾーン6の被害の事例が非常に少なく、そのために少し古いものなのですが、兵庫県南部地震についても、スライド44のように、モデル作成には取り入れています。ただ、基本的に250mメッシュの震度分布図が大部分という形でモデルを作成しています。

○委員b はい、ありがとうございます。

○委員長 ありがとうございました。そのほか、先生方。

○委員c 御説明ありがとうございました。これは非常に重要な成果だと感じました。これは予測にかなり使えるのではないかと思っていて、あの南海トラフ地震にしろ、首都直下地震にしろ、予測震度分布というのがもう出ているわけですね。そして、北海道の場合などですと、地盤ボーリングのデータなども入れて、かなり細かい震度分布が千島海溝の地震などで出されていますので、そういうものを入れて、どういう斜面がどのように崩れるかを被害予測にぜひ活用したいなと、これは要望になります。

そして、質問が一つあるのですが、今回、震度を入力として使ったと。そしてPGVですね、あとGEONETの変位も一応検討したということですが、御承知のように震度というのは物理値ではないのですが、長周期や短周期などを考えると、PGVだけではなくて、PGAとの比較等もされると、よりモデルの性能が良くなるのかなと思っています。その辺りの、いわゆる入力地震動の周期依存性のようなことを何か検討されたことがあれば、教えていただければありがたいです。

○岩橋主任研究官 御質問ありがとうございます。最初の点については、スライド42になりますが、御指摘のとおり、こちらは全国一律に震度6弱とした場合ですが、今回マップとマトリックス表でQGISなどのGISでも非常に簡単に再現できるように設計していますので、推計はできるのではないかと考えております。

もう1点の地震動の周期性についてですが、私どもで推計震度分布図をメインにしている理由ですが、気象業務支援センターから、気象庁の推計震度分布図がリアルタイム配信されておりまして、利用手段が確立されているためということがございます。

なお、現在のSGDASでは、方程式を使って震度分布をPGAに変換することも行っているのですが、幅広い地震動のデータの検討というものは必要だとは考えております。ただ、実装という面を考えたときに、なかなか難しい部分は出てくると考えておりまして、将来的な課題かと考えております。

○委員c どうもありがとうございました。予測については、実は私も今、千島海溝の斜面災害をどうやって予測するかという研究をやっていますので、後でいろいろ御相談させていただければ大変ありがたいかなと思います。

私からは以上です、非常に重要な研究だと思います。ありがとうございました。

○岩橋主任研究官 ありがとうございます。

○委員長 ありがとうございます。

○委員a どうもありがとうございます。ほとんどの目標が達成できていて、すばらしい研究成果だと思います。3点ほど質問があります。

1点目は、今、委員cもおっしゃっていましたが、研究そのものは、あくまでもSGDASの向上ということで、これは災害情報システムなのかなと思うのですが、中間成果として出てきたゾーニングマップや地形区分も、非常に有効性が高いものです。災害情報システムだけではなくて、中間成果は防災にも十分に役に立てる、こういうデータを求めている自治体さんなどは多いのではないかと思います。よって、そこももう少し成果として強調し

てもよいのかなというのが1点です。

もう1点ですが、これは確認ですが、斜面災害のほうの課題として、過大評価が多かったということで、改善して、おおむね適当、ほぼ適当というところに来ていると思うのですが、参考までにお聞きしたいのが、改善したことで過小評価になってしまった、欠落した部分がないかということです。念のための確認です。

それからもう1点が、途中で出てきましたが、事前降雨の影響ということで、現時点では動機として少し小さいということだったのですが、今後いろいろな事例を加えて、そういうことを取り込んでいく予定はありますかということ。

加えて、事前降雨だけではなくて事前地震のようなものもあるかと思います。熊本地震の1回目の地震でダメージを受けたものが2回目に崩壊したというようなことも、以前取材して伺っています。次の地震への影響を考える等、今後の展望をお聞かせいただければありがたいです。

○岩橋主任研究官 どうもありがとうございます。

1点目のマップについては、SGDASのデータ公開サイトというものを作成しております。ゾーニングマップについては既に公開しています。ほかに250mメッシュのインベントリデータについても、データ提供元との話合いで、公開できるものについては公開しており、引き続き継続していきたいと考えております。

2点目の過小評価になっていないかという御質問ですが、斜面災害については、当初企画時に問題になっていたこととしては、空振りが多いことでした。防災ヘリのパトロールの手間とか、初動に充てるリソースの規模感とかの関係で、現場が困らないようにという意見も、砂防関係から出されたことがございました。その辺りを考慮しながら、設計を行いました。

3点目ですが、まず、事前降雨については、やはり現時点では、地震ごとのばらつきがあり、入り口部分をいじるのはコストもかかり、現時点では取り入れるというモチベーションにならなかったというところです。

あと、事前地震ですね。実は研究の企画のときに、熊本地震の前震と本震について、担当で話し合ったことはあるのですが、やはり前震でどこが崩れたのか、正確なインベントリが得られなくて、前震と本震の間に撮影された空中写真は、4月15日のものはあるのですが、熊本平野と、あとはカルデラの外の益城山地の一部のみ、その辺をカバーしております、阿蘇の本体が入っていません。それ以外には、一般論としては、いつまでを前

震と呼ぶかとか、さらに空中写真は、多分本震の後に撮影されますから、前震と本震のどちらで崩れたのかという切り分けの難しさとかもありまして、モデルの取り入れが難しいのではないかなという感触は持っております。

○委員a ありがとうございます。

○委員長 ありがとうございました。

○委員d 非常に重要な、興味深い御説明、どうもありがとうございました。中間評価のときから非常に感銘を受けておりまして、今日、詳しい説明を聞けて、とてもうれしく思っております。

質問とコメントが交じったことになるかと思いますが、2点お話しします。

スライド33で、やはり平時の防災・減災に寄与すべくというところは非常に重要な点かと思っております。

既に令和4年度から防災訓練でのシミュレーション結果の利用が開始されていて、継続的に利用していると書かれていて、こういうところは非常に重要かなと思っております。その地域その地域で地震といっても様々な形の地震があつて、被害の状況も異なっているかと思います。

その地域に起こりやすい地震の状況とか被害の状況を、しっかりシミュレーションされた結果を基に防災訓練をされると、その地域での効果も大きいと思うのですね。そして、今までの防災訓練よりも更に実効性の高い防災訓練ができるというところで、非常に寄与するところが大きい研究成果でありかなと思っております。

ユーザーの方々は行政の担当者が多いですね。地方自治体で小さなところになればなるほど、担当の防災に専従する職員さんはすごく減っていると聞いております。そういう方々が、その地域の地震について調べて、非常に実効性の高い防災訓練の計画を独自に立てられることは難しい状況かと思しますので、そういうところに対して、国土地理院さんが、その地域で起こりやすい地震とか被害の状況について、こうやってシミュレーションの結果を示していただくことは、大きな効果があるかと思います。1点目はコメントとさせていただきます。

2点目として、研究フェーズを終えたということですが、たしか過去10年間も、前回、最初に開発されてから10年たっておられて、それで課題を発見されてから、どんどんシステムを改善されていったと研究成果の御報告を伺いました。

今後、要素技術とか関連技術の進化とともに、更にこのシステムをより良くされていく

御計画はおありなのかなと思ひまして、例えばマルチセンサー統合とかも、これから考え得ることもおありかなと思ひますし、ちょっと今の状況で、AIの分析結果をそのまま反映することは難しいかと思ひますが、AI自体の今後の発展等もございますので、そういうところも含めて、今後、このシステムを更に改善していくような研究をされる御計画はおありなのかなと思ひて、2点目は質問とさせていただきます。よろしくお願いいたします。

○岩橋主任研究官 どうもありがとうございます。

シミュレーションについては、スライド43にあるように、新方式では非常にシミュレーションしやすい形に組んでおりますので、これからいろいろ扱われるとありがたいと考えております。

2点目の研究フェーズ、特にAIの御質問だったかと思うのですが、まずAIについては、実はまだ論文が査読中なので、リストには載せなかったのですが、ランダムフォレストで推計してみる、地滑りでよく使われる試みは行っています。ただ、やはり現時点で全国统一してカバーして得られる説明変数だと、崩壊密度を正確に、モデレートぐらいの相関でつかね、正確に予測する性能はなくて、結局、閾値で色分けして定性的な説明を加えるのは妥当ということは変わらないかなと。あと、マトリックス表にはめて、安全寄りに結果をチューニングするという試みも試してみたのですが、結局、手動で集計表から作ったモデルとそんなに変わらないものになってしまうというか、それが現時点で採用していない理由ではあります。ただ集計値から作ることと違って、例えば傾斜1度刻みとか、細かい場合分けでモデル化できるので、一応システムはそれが可能なようには組んであるのですが、将来的には可能かもしれないと。ただ、現段階では、あまりメリットがないかなという印象ではあります。

○委員d どうもありがとうございます。

○笹川地理情報解析研究室長 すみません、地理情報解析研究室長の笹川です。このSGDASの今後について補足します。この特別研究の5年間の進捗を、まずは新しいSGDASのシステムに実装して、まずは着実に運用するというのが、まず次年度からの第一歩かなと思っております。

次年度からの運用で着実に安全に運用させること、そして、運用していくうちにある程度地震の事例が積み重なっていくと思います。さらにAI等の技術進展も恐らく進んでいくということで、まずは次年度からの運用ということを第一に想定しております。将来的にある程度事例が積み重なって、技術も進展すれば、その時点で今後の追加研究があり得る

のかもしれないなというところです。

○委員d ありがとうございます。SGDASのお話を伺っていると、まだまだ進展していくような、現在進行形でもっともっと進展していくような、そういうシステムと受け止めました。ありがとうございます。

○委員長 ありがとうございます。私もその辺りはちょっとお伺いしたいところでありました。この研究を推進するに当たって、新たな疑問が出てきたとか、今後の課題という言葉もございましたので、その行く末が気になっていたところではございましたので、もちろんこの研究として実際に運用されるということが重要ではありますが、何らかの形で、こういう大きな研究プロジェクトではなくても、研究は継続されるということで、少し安心しました。

ほかにございますでしょうか。

○委員f スライド6の発生可能性のところに、右辺に地形の曲率というのがあります。ちょっと初めて聞きましたので、これがどういうデータなのか、そもそも曲率自体の定義が地図上でどういうものかと承知していないので、それを教えていただきたいと思います。先ほどの発表の中で、発生可能性の精度に関わるところに地形の曲率に関するコメントが一切ありませんでしたので、恐らくこのデータ自体の確率への寄与が小さい、変動もあまり大きくないということが予想されるのですが、その辺の地形の曲率のデータについて、ざっくりと教えていただけますでしょうか。

○岩橋主任研究官 御質問ありがとうございます。まず、こちらのスライドの上については、現在のSGDASの推計手法ですが、曲率については、地形の凹凸を表すパラメーターでして、尾根型か、谷型か、そういうものも数値化したものになります。具体的には、ある点から周りの点の標高を見に行って、それに対しての出っ張り具合、へこみ具合などを指標化したものになります。実際、寄与については、やはり傾斜が圧倒的に大きくて、元の修正六甲式でもウェイトは低く、精度検証を行った今の新方式については、もう曲率は使わず、傾斜のみで推計しております。

○委員f そうしますと、地形の曲率のデータとしては、もう完成されたデータで、その精度に関して、何かアップデートしているということはあるのでしょうか。

○岩橋主任研究官 新方式のほうでは、曲率はもう落としてしまって、ゾーニングマップと傾斜と震度分布だけで推計する方式に変更しました。

○委員f ありがとうございます。

○委員長 今の点にちょっと加えて質問なのですが、その曲率が影響しないというのは、今考えているメッシュが250mぐらいの粗さのため、曲率が関係するのはもっと細かい地形の出っ張りからへこみにかかるような遷急線のようなところであって、この推計には影響しないと言えるということなののでしょうか。ちょっと地形屋の立場からその辺りを伺いたいなと思ったのですが。

○岩橋主任研究官 そうですね、修正六甲式の基になった国総研さんの六甲式などでも、曲率の係数はたしか非常に小さかったと思います。あちらはもともと10mメッシュのDEMで作られた式だと思います。ですので、恐らく、雨の崩壊ほどクリティカルではない。ただ、凸型の部分、尾根の部分に揺れが増幅されるという研究もありますので、LiDARレベルで精緻に見ていくと傾向が見えるのかもしれませんが。少なくともSGDASのレベルでざっくり見る場合には、傾斜のみでも基本的にできるという感触です。

○委員長 分かりました、ありがとうございます。そういう新たな陰なる知見というものも重要だと思いますので、何らかの形で公表していただきたいと思います。

ほかにはいかがでしょう。

○委員e 大変興味深い研究、ありがとうございました。2点ほどお聞きしたいのですが、一つは、ハザードマップポータルサイトにも一応、液状化の5段階にランク分けした情報が出ているのですが、あれと今回の液状化の評価というのは、何か関連するものはあるのでしょうか。何かその同じデータを使われているとか、そういうことはあるのですか。

○岩橋主任研究官 ハザードマップポータルの5段階ぐらいに分かれているデータは、あれも恐らく液状化総プロの考えを取り入れて作られているものだと思うのですが、液状化総プロの結果を参考にしつつ、さらに地形区分を細かく場合分けしたような形になります。

○委員e より精度を高くするためにそういう精緻化をしたということですね。

○岩橋主任研究官 はい、グループ分けを参考にしつつ、グループ分けを細かくしたという形になります。

○委員e それで、最終的に評価に使われたマトリックス表のゼロから4までの段階分けですが、これがどのように区分けされたのかをちょっと教えてほしいのですが、これは結果と照らし合わせてゼロから4のマトリックス表を作られたのか、この辺の手順がよく分からなかったのです。

○岩橋主任研究官 すみません、後ろのスライド46から、マトリックス表の作り方の具体的な説明を入れているのですが、まずは既存のインベントリをできるだけ収集して、実績

の平均値を求めて、それから、能登半島地震のSGDASの推計結果の画像を使って閾値を決めたという形になります。これは現在のSGDASの出力図と、なるべく同規模の面積とか、似たイメージにするために閾値を設定したという形になるのですが、ただ、集計結果を、その閾値を使って、そのまま切っていくわけではなくて、集計データが、そもそもインベントリの数がそんなにないので、空欄がすごく多いのですね。次のスライドにあるように、この灰色の部分は、もともとデータがなかった部分になります。こういうところは近似曲線などを使って埋めていって、さらにいろいろセットを使って安全寄りに補正して発生可能性ランクを決めるという、ちょっとかなり手作り感のある手法ですが、そういう手法で作成しました。

○委員e ありがとうございます。

最後にデータの公開についてですが、既に今日紹介されたゾーニングマップとかメッシュインベントリについては、もうウェブサイトに出ているということで、私も拝見しました。拝見して初めて知ったのですが、恐らくこれは行政機関に緊急速報的に流される情報だと思いますので、一般の人が知る機会はありませんのではないかと思います。一般の人たちがどのような形でこれを使うことができるようになるのかというところの見通しについてちょっと教えていただきたいのです。

○岩橋主任研究官 SGDASの存在の周知という点では、まず、今現在、ホームページがございませんので、作成した動画をそこで公開していきたいという計画はございます。ただ、一般の方という点については行政判断であると思います。

○矢来地理地殻活動研究センター長 一般向けのデータ提供に関して、研究センター長、矢来から少し回答させていただきます。

内部でも、やはりこの情報は一般向けにも役に立つ情報ではないかという意見がありました。ですので、どのような形で提供できるか、提供するのがよいのかというところに関して、現在検討を行っているところです。来年度から実運用が始まるということで、来年度に向けて、その辺りを検討していきたいと考えています。

○委員e ありがとうございます。

○委員長 ありがとうございます。この辺りで質問、コメントを打ち切らせていただきたいと思います。

○岩橋主任研究官 ありがとうございます。