

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震時地すべりの準備過程から発生後の災害に至るまでの総合的な事前評価手法の高度化  
（英文）Sophistication on evaluation method of coseismic landslides from preparation to disaster stages

(3) 関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

(4) その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(2) 首都直下地震

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震時地すべりの事前予測手法に関連する災害の発生メカニズムについて、素因・誘因の双方の観点から下記を明らかにした。

・南海トラフ巨大地震によって崩壊したとされる四国山地内の斜面において、地震により崩壊しうる斜面に特徴的な地形と地質構造を現地踏査から明らかにした。トップリングや座屈を生じている斜面や、高角度節理などによって直立板状になった岩盤頂部、火山岩地域の尖塔などの共通する特徴を見出した。また、既往地震時地すべりの調査から、地震時地すべりのすべり面となる可能性が特に高い降下火砕物は、9000年よりも古い軽石およびそれに伴う火山灰土であることがわかった。また、新編火山灰アトラスを参照し、このようなテフラの分布図を作成した。

・侵食により不安定化が促進した地すべりが、これまでに自然の地すべりで報告された事例よりも弱い地震動に伴って地震時に変位したことを観測から明らかにした。また、不安定化が進むと、より小さな地動加速度で地震時に変位が生じることが分かった。また、複数の谷埋め盛土斜面において間隙水压変動と地震動の関係を調査した。盛土の材料によって、間隙水压の上昇継続時間が大きく異なる可能性が示唆された。

・2016年熊本地震において崩壊した斜面の上部に傾斜計や土壌水分計など斜面連続観測を開始した。その結果、地震後7年以上が経過した現在も、微小ではあるが長期的な斜面の変形が継続していることが示された。また、火山堆積物の斜面崩壊において、すべり面の粘土鉱物を分析した。阿蘇地域のテフラにはチューブ状のハロイサイトが含まれ、ハロイサイトの含有によって、混合物の非排水ピークせん断強度が低下し保水力が強くなることを明らかにした。

・幅広く地震時地すべりの災害事例を記載した啓蒙書2冊を出版した。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

地震時地すべりは大地震のたびに発生し、地震による最も大きな災害要因の一つとなっている。近い将来、大規模な地震が予測される南海トラフ巨大地震や首都直下地震などにおいても、膨大な数の地震時地すべりが発生し、広域かつ甚大な被害に至ると考えられる。これまでの研究によって、地震時地すべりの地質・地形的な発生条件、特定の斜面における地震動増幅特性、強震時の斜面の変位特性

や地下水挙動などが明らかになってきた。しかしながら、観測を未実施の斜面も含めた広域における斜面での地震波挙動や、地下水圧の変化や末端侵食などによって時間変化する斜面の安定性の評価が十分ではなく、地震時地すべりのリスクを時空間的に広く把握するには至っていない。また、崩壊した土砂の流動性も災害を拡大する大きな要因であり、さらに、地震動で不安定化した斜面においてもその後の降雨によって災害が発生しており、地震時地すべりの発生場だけではなく発生後のリスクについても把握することが必須である。このようなギャップを埋めるべく本課題では、①地質・地形的な発生条件のさらなる体系化、②地質・地形と結びついた地震波挙動の解明、③時間変化する斜面の安全率を考慮した地震時地すべりリスクの把握、④崩壊土砂の移動機構の解明、⑤強震を受けた後の斜面の長期的挙動の把握などを視野に入れ、地質・地形的な調査、物理探査、長期的な観測を実施し、地震時地すべりの事前予測手法の高度化やハザードマップ作成に向けてどのようなアプローチが可能かについて、地震時地すべりの発生メカニズムに基づいて明らかにすることを目的とする。準備過程から発生時のメカニズム、発生後の影響に至るまで、地震時地すべりが関わる一連の現象を本課題では扱う。

#### (7) 本課題の5か年計画の概要：

- ・地震時地すべりに特徴的な地質構造の抽出： これまでに付加体の大規模山地において得た重力変形斜面内部の地質構造など崩壊斜面に共通する地質構造以外でも、過去の地震時に局所的に崩壊箇所が集中する場所について地質構造の抽出を進める。R6-8年度には硬岩地域の中でも中央構造線など大変形を受けた地質帯に着目しフィールドでの地質調査やDEMなどを用いた地形解析をおこなう。R9-10年度には、このような変形を受けた地質帯がどのように重力変形において再利用され、地震時地すべりの発生ポテンシャルに影響を与えるかについて検討する。
- ・より危険な斜面の特定手法の開発： 地質や地形をもとに抽出された危険斜面の数は膨大であり、それらの間でも、内部における風化や変形の進行度によって、地震時の崩壊リスクは異なる。そこで、物理探査によって斜面内部構造を明らかにし、危険な斜面の特徴を抽出する方法を開発する。R6-8年度に調査地の選定や観測を実施、R9-10年度にハザードマップの高度化に向けた手法開発を進める。
- ・斜面内外における地震波挙動の解明： 上記に関連し、地質調査、物理探査、常時微動観測を観測地すべり内外において多点かつ稠密に実施し、観測斜面内および周辺の斜面において、地震動の不均質性が地形や地質などのどのような要因に支配されているかについて議論する。これまで地震観測を実施してきた四国山地、北海道南東部などをフィールドとし、R6-9年度に観測・調査の実施、R7-10年度に解析および地震波挙動との関係についての考察を予定する。
- ・斜面の安全率の変化と強震時の斜面の変位、変形の関係の把握： 特に不安定な斜面においては、（降水や融雪による）地下水圧の変化や末端侵食などによって斜面の安定性が大きく時間変化する。このような斜面において強震動と斜面の変位・変形を同時観測することで、斜面の安全率に応じて時間変化する地震時地すべりリスクの把握手法を模索する。これまで地震・斜面観測をおこなってきた北海道南東部および阿蘇地域の地すべりにおいて実施する。観測はこれまでのものを継続、拡充しながらR6-10年度に実施し、R9-10年度にリスクの把握手法の検討をおこなう。
- ・崩壊土砂の移動挙動の把握： 崩壊土砂の移動挙動によって、災害の範囲や被害が大きく変化する。しかし、これまでのハザードマップ作成には崩壊発生場所のみが記述され、どの領域まで崩壊物質が流出するか組み込まれていない。そこで、R6-8年度にはこれまでに崩壊した斜面から崩壊物質を採取し、リングせん断試験をおこなうことによって流走距離の見積もりの高精度化を目指す。また、R9-10年度には数値シミュレーションも活用し、ハザードマップにどのようにして組み込むことが可能かについての示唆を得る。
- ・強震を受けた斜面の長期的な挙動の解明： 強震を受けた宅地盛土斜面はその後不安定となり、年単位で変形が継続することが指摘されている。このような現象を多様な斜面で明らかにするため、熊本地震時に崩壊したテフラ斜面におけるこれまでの観測をR6-10年度にわたって継続し、観測データに基づいてR9-10年度に長期的な影響を明らかにする。さらに、強震後の斜面の長期的な安定性の評価には地震後にどのようなモニタリングが必要となるか提案する。
- ・総合討論： 斜面のスケールや崩壊に至るタイムスパンが斜面によって大きく異なるため、上記の研究はそれぞれの目的に応じて適切な調査地の選定をおこなったうえで実施するが、地震時地すべりが関わる一連の現象として捉えた時に上記の研究がどのように結びつくかについての総合討論をR10年度に実施する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

土井一生（京都大学防災研究所）,王功輝（京都大学防災研究所）,林宏一（京都大学防災研究所）,山崎新太郎（京都大学防災研究所）,松澤真（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）,西山賢一（徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

(9) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所

電話：0774-38-4113

e-mail：doi.issei.5e@kyoto-u.ac.jp

URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：土井一生

所属：京都大学防災研究所