

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月31日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22560492

研究課題名（和文）

大規模地震における斜面災害モニタリングに基づく斜面災害予測に関する研究

研究課題名（英文）

Earthquake-induced landslides by monitoring the disaster events

研究代表者

後藤 聡 (GOTO SATOSHI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：80303395

研究成果の概要（和文）：大規模地震により発生した斜面災害の現地調査（モニタリング調査）を実施して、なぜその場所で斜面災害が発生したのかを考察し、地震動特性、地形・地質特性、地盤工学的特性等と斜面災害特性との関連を検討した。

研究成果の概要（英文）：The relationships between earthquake-induced landslides by monitoring the disaster events and earthquake properties, geomorphology, geological and geotechnical characteristics were researched.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・地盤工学

キーワード：大規模地震、斜面災害、モニタリング

1. 研究開始当初の背景

2004年新潟県中越地震以降、2007年能登半島沖地震ならびに2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震(以下、「4つの地震」は上述の4つの地震を指す)と、北陸および東北地方ではマグニチュード6後半クラスの地震が立て続けに発生している。本申請研究代表者はこれら4つの地震に関して地震発生直後から複数回の詳細な現地調査を実施して、斜面災害を中心とした地震災害のモニタリング研究を継続して行っている。

これらの調査の結果は、(1)2004年新潟県中越地震では主要な斜面変動形態として土砂崩壊（表層崩壊、深層崩壊）、再活動型の地すべり、初生すべり型の岩盤すべり、盛土

の崩壊等が数多く認められたこと、(2)2007年能登半島沖地震における斜面崩壊の形態は、自然斜面においては海岸線沿いの岩盤崩壊、落石が多く、道路等の人工斜面においては切土のり面の表層崩壊や盛土の崩壊が目立ったこと、(3)2007年新潟県中越沖地震では内陸丘陵部や海食崖での斜面崩壊の他に、新潟地震や日本海中部地震では被害が目立たなかった海岸砂丘の内陸斜面に位置する柏崎市街地および刈羽村刈羽地区で建物被害が大きかったこと、(4)2008年岩手・宮城内陸地震では火山性堆積物の再活動型の地すべり崩壊が多く認められたこと等を明らかにして、研究成果を逐次報告してきた(土木学会斜面工学研究小委員会、2006、2007a、2007b、2007c)。

2. 研究の目的

本申請研究は 2004 年新潟県中越地震、2007 年能登半島沖地震、2007 年新潟県中越沖地震、2008 年岩手・宮城内陸地震の 4 つの地震における斜面災害のモニタリング研究を通じて、これらの 4 つの地震における斜面災害の共通性と相違性から一般性を見出し、今後の斜面災害の予測に役立たせることを目的としている。

3. 研究の方法

大規模地震により発生した斜面災害の机上調査やモニタリング（現地調査）を行い、地震動特性、地形・地質特性、地盤工学的特性等と斜面災害特性との関連を検討する。さらに、斜面災害が発生した場所の近傍において、斜面災害が発生しなかった場所についても検討を加える。

4. 研究成果

近年の地震において斜面災害が発生した地震の特徴を表一 1 に示す。地震時に発生する自然斜面の崩壊について、表一 1 について現地調査を行い、メカニズムにより以下のように分類することができる。

- ① 表層崩壊
- ② 深層崩壊
- ③ （再活動型）地すべり
- ④ 岩盤すべり
- ⑤ 落石・岩盤崩壊
- ⑥ 流動性崩壊
- ⑦ 土石流崩壊

① 表層崩壊

著しく風化の進んだ表層風化物の崩落であり、崩壊の深さは 1～2m 程度である。樹木の成立している斜面では、樹木が根系ごと崩落している。表層崩壊の数は多いが、規模は比較的小さい。また、表層崩壊は急斜面に発生しているが、その多くはなだれの常習地で、露岩地ないし灌木地となっている。

② 深層崩壊

表層風化物より深い位置ですべりが生じた崩壊であり、風化の進んだ堆積軟岩（風化層）が崩壊するタイプのほかに、地すべり地形の多い地質特性を反映し、安定していると見られた古い地すべりが再度滑動し崩壊したタイプがある。深層崩壊は規模が大きいことから、各所で道路の寸断や河川閉塞を引起こしている。

③ （再活動型）地すべり

地すべり地形の多い地質特性を反映し、安定していると見られた古い地すべりが再度滑動し崩壊する。

④ 岩盤すべり

比較的風化を受けていない堆積軟岩が層

理面等をすべり面として崩落するすべりである。滑らかな直線的なすべり面と大きな岩塊を主体とした崩落土砂が特徴的である。

⑤ 落石・岩盤崩壊

岩盤が落下するもので、塊状で落下し個数で表現できる少数のものを落石、一方体積で表現され多量のものを岩盤崩壊と区別する。

⑥ 流動性崩壊

深層崩壊や地すべり崩壊の発生後に、崩壊土砂の到達距離が比高の 2 倍以上となる流動性の高い斜面崩壊（等価摩擦係数 0.5 以下）をいう。地震前の降雨の影響を受け流動現象が起きるものと思われる。平成 15 年宮城県沖を震源とする地震において、宮城県内陸北部にある築館町館下で流動性斜面崩壊が発生した。谷部を埋立てた農地跡が深層崩壊し、流動性崩壊が発生した。斜面の傾斜は平均 7° の緩い勾配であり、水田に押広がるようにして流動は停止した。

⑦ 土石流崩壊

斜面崩壊により発生した土砂が溪流を移動して土石流化した崩壊で、平成 19 年能登半島地震の輪島市門前町中野屋において発生した。崩壊は斜面最上部で発生し、その後崩落した土砂は溪流に堆積していた土砂を巻き込みながら比較的ゆっくりとした速度で土石流化し、谷に設置された治山ダム 2 基に捕獲され停止した。土石流が家の裏まで迫った K さんからの聞き取り調査から、この土石流は徐々に移動速度を減じながら約 3 日間にわたり動き続け、その後の降雨の際にも再び移動をしたと推定される。

大規模地震は大きく分けて、海溝型地震と内陸直下型地震の 2 つのタイプがある。これまでの経験では、内陸直下型地震の方が多くの斜面災害が発生しているようであるが、その原因や理由は明らかにはなっていない。大規模地震による斜面災害の予測手法は確立されておらず、理論的な予測手法が求められている。本研究では、大規模地震により発生した斜面災害の現地調査（モニタリング調査）を実施して、なぜその場所で斜面災害が発生したのか考察し、大規模地震と斜面災害のメカニズムを検討した。

内外で発生した最近の大規模地震における斜面災害のモニタリング研究により、以下の項目に注目して斜面災害の法則性を見出すための検討を行った。

1. 地震動特性（地震のタイプ、地震動の大きさ、震源からの距離、振動特性その他）
2. 斜面災害の特徴（規模、走向・傾斜、勾配、基岩の性質、その他）
3. 地形・地質的特徴 ・土質力学的特徴 ・岩盤力学的特徴 ・その他の特徴

これらの検討の結果、主要な斜面変動形態として、斜面崩壊（表層崩壊、深層崩壊）、

再活動型の地すべり、初生すべり型の岩盤すべり、盛土の崩壊等が数多く認められることが分かった。これらの土砂崩壊の原因として、多くは地形・地質的な特徴と関連づけることができるが、間隙水圧の上昇なのか内部構造の破壊なのかといったといったメカニズムの解明には至らなかった。今後地震動特性と斜面崩壊の関係について、崩壊メカニズムからの検討が必要である。

表-1 斜面災害が発生した近年の主な地震

発 生 年	地 震 名	発 生 日 時	震 源	マグニチュード	震源の深さ	最大震度	最 大
平成12年(2000年)	鳥取県西部地震	10月6日午後1時30分頃	鳥取県西部	7.3	約9km	震度6強	鳥取県境港市、日野町
平成15年(2003年)	宮城県沖を震源とする地震	5月26日午後6時24分頃	宮城県沖	7.1	約72km	震度6弱	震源に近い宮城県
平成15年(2003年)	宮城県北部を震源とする地震	7月26日午前4時13分頃	宮城県北部	5.6	約125m	震度6強	宮城県北部の増瀬町
		午後7時13分頃		6.4	約125m		
		午後4時26分頃		5.5	約125m		
平成15年(2003年)	十勝沖地震	9月26日午前4時20分頃	北海道十勝沖	8.0	約45km	震度6弱	上川町支庁、十勝支庁
平成16年(2004年)	新潟県中越地震	10月23日午後5時26分頃	中越地方	6.8	約15km	震度7	川口町
平成17年(2005年)	福岡県西方沖を震源とする地震	3月20日午前10時53分頃	福岡県西方沖	7.0	約9km	震度6弱	福岡市(中央区、東区)
平成17年(2005年)	千葉県北西部を震源とする地震	7月23日午後4時35分頃	千葉県北西部	6.0	約73km	震度5弱	東京都足立区
平成19年(2007年)	能登半島地震	3月25日午前9時41分	能登半島沖	6.9	約11km	震度6強	七尾市、輪島市
平成19年(2007年)	新潟県中越沖地震	7月16日午前10時15分頃	新潟県上中越沖	6.8	約17km	震度6強	新潟市、長岡市

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

○取得状況(計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 取得年月日：
 国内外の別：

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 聡 (GOTO SATOSHI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：80303395

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし