

4. 5 地震時における再滑動地すべり地の危険度評価に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 20～平 22

担当チーム：雪崩・地すべり研究センター

研究担当者：石井靖雄、丸山清輝、ハスバートル

【要旨】

近年、新潟県中越地震、能登半島地震、新潟県中越沖地震などの激甚な地震により地すべり災害が発生し、中山間地域に大きな被害を及ぼしている。そこで、H20 年度から地すべり地における地震時の地すべり発生危険度評価法を提案するために本研究を開始した。H20 年度は既往の地震時における地すべり災害の実態把握と、地震による地すべり地の危険度評価法について検討した。前者については、新潟県中越沖地震で発生した地すべりの特徴について分析した。後者については、震源断層と地震により発生した地すべりとの関係及び地震による地すべりの危険度評価要因について検討した。その結果、震源断層からの距離・震度・加速度と地すべり発生との関係、地すべり斜面の開放率が危険度評価に適用できる可能性が明らかになった。

キーワード：地震、地すべり、危険度評価

1. はじめに

近年、平成 16 年 10 月の新潟県中越地震、平成 19 年 3 月の能登半島地震、同年 7 月の新潟県中越沖地震などの激甚な地震が頻発し、地震による地すべり災害が多発した。これらの地すべりは、道路及びライフラインの寸断、河道閉塞などを引き起こし、長期にわたり集落を孤立させるなど中山間地に深刻な影響をもたらした。

そこで、本研究では、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、善光寺地震などの既往の地震により発生した地すべり災害の実態把握を行い、既存の地すべり地形内で発生する地震時の地すべり危険度評価手法を検討して、第三紀層地すべり地帯における地すべり危険箇所マップ作成手法の提案を目指す。H20 年度は、既往の地震により発生した地すべり災害の実態把握と、地震による地すべり地の危険度評価手法について検討した。

2. 研究目的

本研究の達成目標は、①第三紀層地帯における地震による地すべり危険箇所マップ作成手法、②モデル地域（新潟県上越地域など）における地震による地すべり危険箇所マップ試案、③地震による地すべり発生危険箇所予測に必要な要因に関わる基礎的情報整備体制などの提案である。

3. 研究方法及び結果

本研究は、地すべり地形を呈する箇所で、地震時に大規模な土砂移動現象が発生する危険度を評価し、地

震による地すべりのソフト・ハード対策に役立てることを目的とする。そのため、ここでいう地すべりとは、既存の地すべり地形内で発生する、社会的に及ぼす影響の大きい大規模な斜面の移動と定義する。また、危険度評価は既存の地すべり地形を評価単位とした。

既往の地震時における地すべり災害の実態把握については、危険度評価手法を検討するための基礎データを得るために、H20 年度は新潟県中越沖地震で発生した地すべりの分布と震度、最大加速度との関係や、地質・地形的特徴との関係を分析した。危険度評価手法の構築には、①危険度評価範囲の設定手法の検討、②危険度評価要因の検討、③総合的な危険度評価法の検討が必要となる。H20 年度は、①として震度、加速度、震源断層からの距離と地震で発生した地すべり分布との関係を分析したほか、H19 年度までに得た危険度評価要因と地震時の地すべり発生率との関係を震源断層からの距離毎に分析し、評価対象範囲の検討とあわせて危険度評価要因の妥当性の検討を行った。また、新たな危険度評価要因の検討を行った。

3.1 既往の地震時における地すべり災害の実態把握

3.1.1 新潟県中越沖地震で発生した地すべりの特徴

新潟県中越沖地震（2007 年、M6.8）によって西山丘陵周辺で発生した地すべりを空中写真判読と現地調査によって抽出し、発生した地すべりと震度及び加速度との関係、発生した地すべりの地質・地質構造、地形的特徴を調査した。

図－1 には調査範囲と地震で発生した地すべりの分

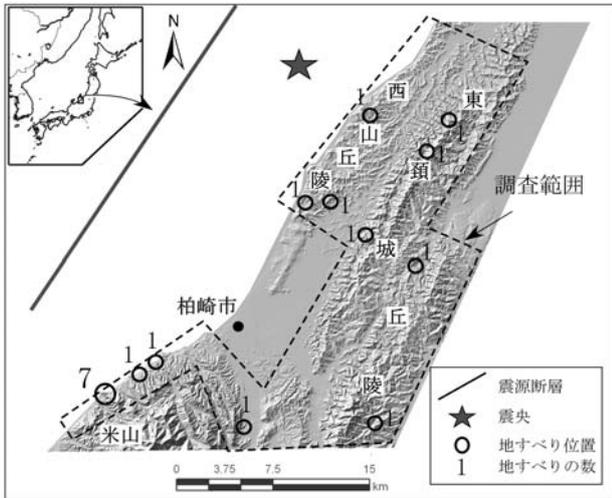


図-1 調査範囲(震央:気象庁による。震源断層:国土地理院による)¹⁾

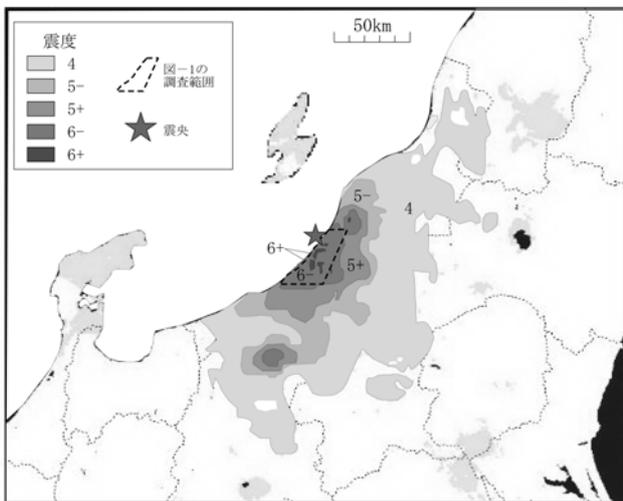


図-2 中越沖地震震度分布(気象庁による)²⁾

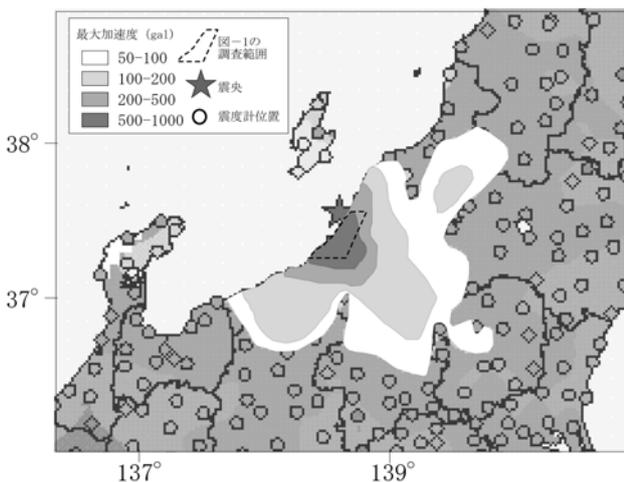


図-3 中越沖地震最大加速度分布(防災科研による)³⁾ 布を、図-2には震度分布を、図-3には最大加速度分布をそれぞれ示した。地すべりは18箇所が発生し、それらは中越地震と同様に震度6弱以上、最大加速度

500gal以上の範囲に位置している。

表-1には、地質毎の地すべり発生状況を示した。地すべりが最も数多く発生したのは、砂岩泥岩互層の分布域で12箇所である。また、地質毎の単位面積当たりの地すべり発生箇所数 N_{EL}/A と発生面積率 A_{EL}/A は、砂岩泥岩互層の分布域で最も大きく N_{EL}/A が 0.161、 A_{EL}/A が 68.28×10^{-5} となっており、泥岩の分布域が最も小さく N_{EL}/A が 0.018、 A_{EL}/A が 3.74×10^{-5} となっている。

表-1 地質毎の地すべり発生状況

岩相	岩相毎の分布面積 $A(\times 10^4 m^2)$	地震時地すべり数 N_{EL}	N_{EL}/A	地震時地すべり面積 $A_{EL}(m^2)$	$A_{EL}/A(\times 10^{-5})$
砂、礫、泥	248.44	0	-	-	-
砂岩	20.63	1	0.048	1412.89	6.85
泥岩	168.08	3	0.018	6284.83	3.74
砂岩泥岩互層	74.59	12	0.161	50928.54	68.28
火砕岩	75.42	2	0.027	4883.04	6.47
その他	10.94	0	-	-	-
合計	598.11	18	-	63509.30	10.62

図-4は、地質構造と地すべり発生箇所数との関係を示したものである。地すべりは流れ盤で発生したものが多く、全体の66%(12箇所)が砂岩泥岩互層で発生している。これらのことから、中越沖地震における地すべりの発生と地質・地質構造との関係は、2004年新潟県中越地震で発生した地すべりが泥岩の分布域よりも砂岩泥岩互層、砂質岩の分布域で多く、受け盤より流れ盤構造で発生した事例が多かったこと⁴⁾と同じ傾向が認められた。

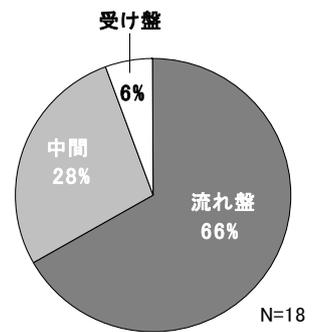


図-4 地質構造と地すべり発生箇所数との関係

図-5には、地震で発生した地すべりの長さ(長さ)と地すべりブロック数との関係を示した。地すべりは既存の地すべり地形外で発生したものが多く、既存地すべり

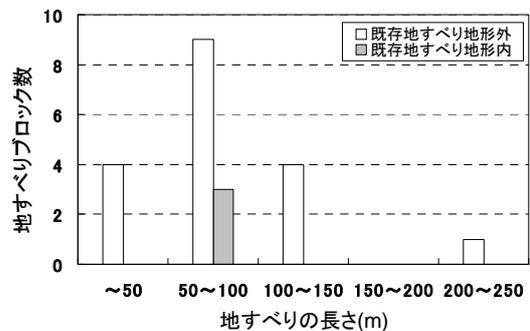


図-5 地すべりの長さ(長さ)と地すべりブロック数との関係

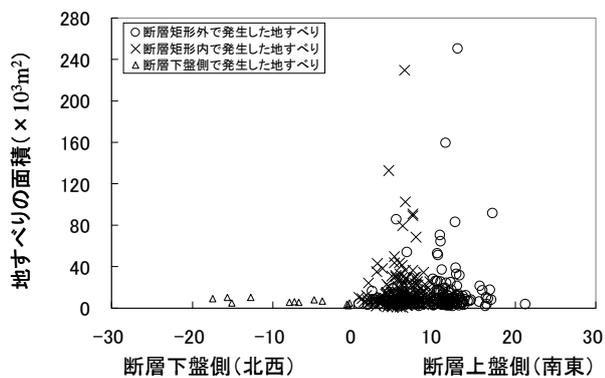
地形内で発生したものは3件であり少ない。また、地すべりの長さについては、既存地すべり地形内で発生した地すべりは50~100mのものであり、既存地すべり地形外のものも50m前後から250mまでのものがある。中越地震では既存の地すべり地形内で全発生地すべりの67%が発生したが、中越沖地震では17%であり、既存地すべり地形外で発生したものが多く結果と

なっている。

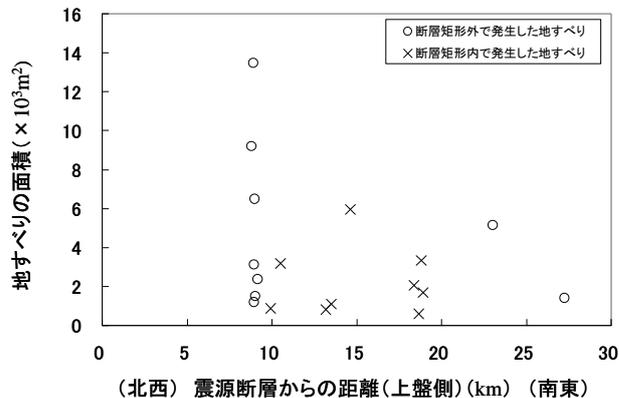
3.2 地震による地すべり地の危険度評価法の検討

3.2.1 震源断層等と地すべり分布範囲との関係

図-6(a)、(b)には、中越地震及び中越沖地震での震源断層の地表部^{1),5)}から発生した地すべり(地すべり地形内外で発生)までの距離と、その地すべりの面積との関係を示した。なお、図-7、8に、各地震で



(a) 中越地震



(b) 中越沖地震

図-6 震源断層から地すべりまでの距離と地すべり面積との関係

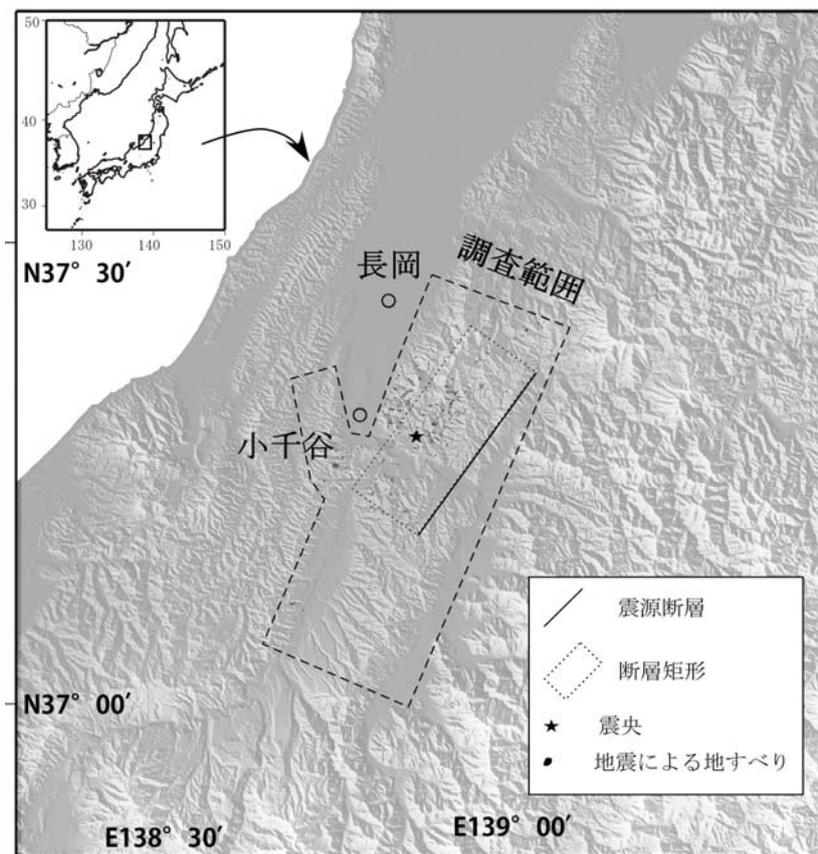


図-7 中越地震の震源断層矩形範囲(東大地震研)²⁾

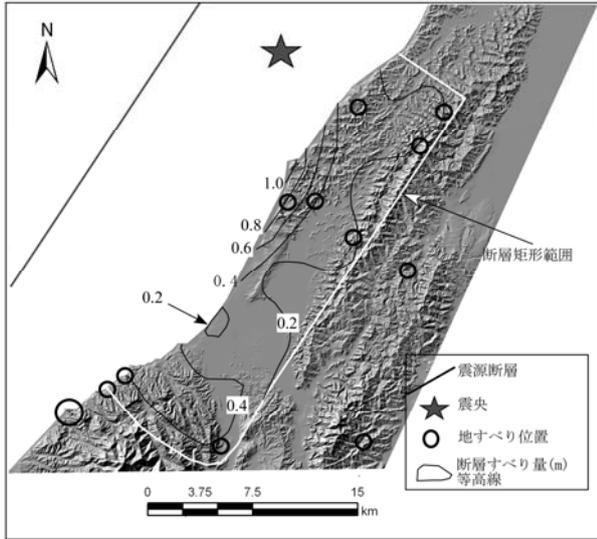


図-8 中越沖地震の震源断層矩形範囲(瀬藤, 2008)³⁾及び調査範囲

の調査範囲と震源断層矩形範囲(水平面に投影)^{6),7)}をそれぞれ示した。なお、震源断層矩形範囲内で発生した地すべり(図中×印)と範囲外で発生した地すべり(図中○印)が、断層矩形範囲内の距離の範囲で混在しているのは、矩形範囲外でも断層に近い所において発生した地すべりがあるためである。地すべりの面積は、震源断層からの距離が大きくなるほど小さくなる傾向がある。震源断層矩形範囲内と範囲外を比較した場合、両者での地すべり発生数及び規模に差は認められない。また、地すべりは、中越地震では震源断層から22kmの範囲内で発生しており、中越沖地震では震源断層から28kmの範囲内で発生している。この他、中越地震では、地すべりの発生数は震源断層の上盤側で多く、下盤側で少ないことが分かる。

図-9~11は、地すべり発生数と震源断層から地す

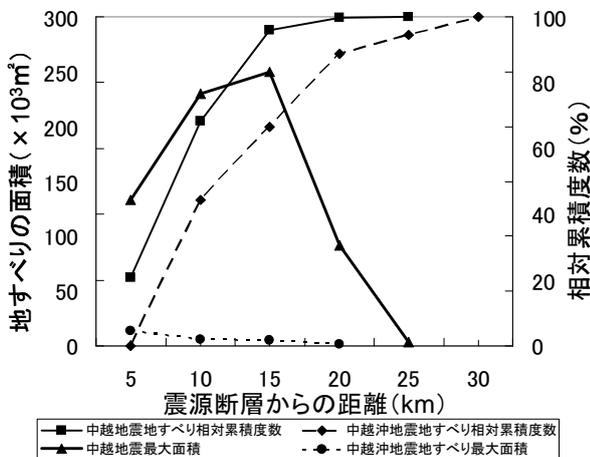


図-9 震源断層からの距離と地すべり面積との関係

べりまでの距離と相対累積度数、地すべりの面積、長さ、幅の最大値との関係をそれぞれ示したものである。図-9の地すべりの面積については、中越地震で発生した最大面積 250,000 m²の地すべりは震源断層から15km以内に位置し、この範囲内で相対累積度数96%の地すべりが発生している。また、中越沖地震で最大面積 13,000 m²の地すべりは震源断層から5km以内に位置し、相対累積度数が80%以上になるのは20kmとなっている。

図-10の地すべりの長さについては、中越地震で発生した最大長さ580mの地すべりは震源断層から15km以内に位置し、この範囲内では相対累積度数96%の地すべりが発生している。中越沖地震で発生した最大長さ230mの地すべりは震源断層から5km以内に位置し、相対累積度数が80%以上になるのは20kmとなっている。

図-11の地すべりの幅については、中越地震で発生した最大幅650mの地すべりは震源断層から15km以内に位置し、この範囲内には相対累積度数96%の地すべりが発生している。中越沖地震で発生した最大幅100

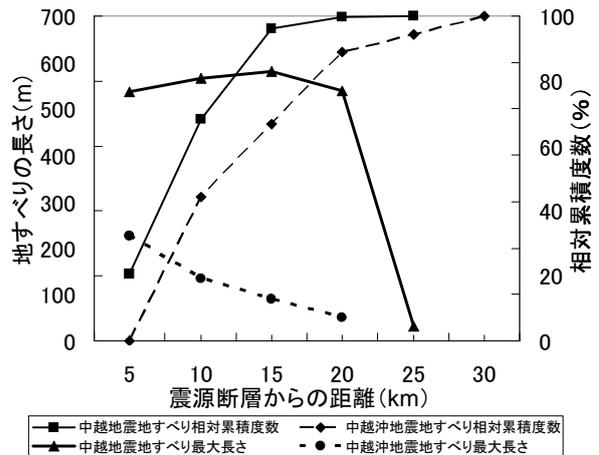


図-10 震源断層からの距離と地すべり長さとの関係

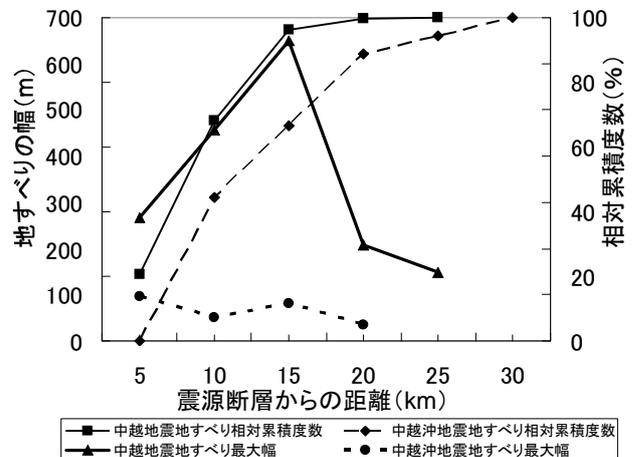


図-11 震源断層からの距離と地すべり幅との関係

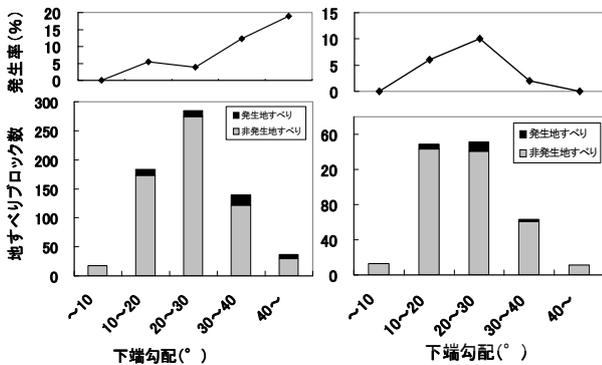
mの地すべりは震源断層から5km以内に位置し、相対累積度数が80%以上になるのは20kmとなっている。

これらのことから、中越地震及び中越沖地震では、地すべりは震源断層からの距離でそれぞれ15km、20kmの範囲で最大規模の地すべりを含み、相対累積度数80%以上の地すべりが発生したことが明らかとなった。

3.2.2 震源断層矩形範囲、震源断層からの距離と危険度評価要因及び地すべり発生率との関係

H19までの研究では、中越地震により芋川流域とその周辺で既存の地すべり地形内で発生した地すべりを対象に、地形に関する危険度評価要因として地すべり斜面下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深を用いて、危険度評価法を提案した。今回は、これらの危険度評価要因を用いた危険度評価法の適用範囲を明らかにするために、震源断層矩形範囲と震源断層からの距離毎に各危険度評価要因と地すべり発生率との関連性を調べた。

図-12(a)、(b)には、地すべり斜面の下端勾配と地すべり発生率との関係を震源断層矩形範囲の内と外に分けて示した。地すべり発生率は、震源断層矩形範囲内では、下端勾配の増大とともに大きくなる傾向がある。一方、震源断層矩形範囲外では、全体的には下端勾配の増大とともに地すべり発生率が大きくなる傾向は認められない。



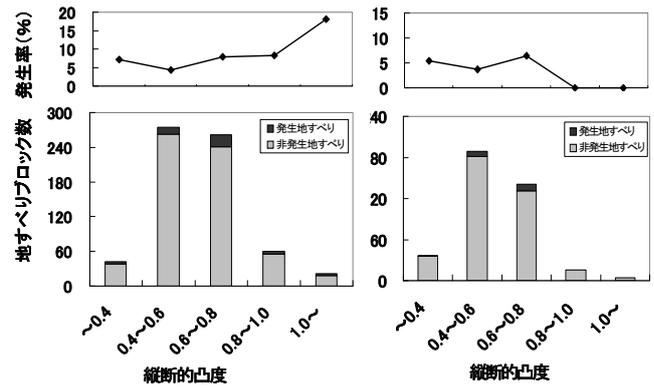
(a)震源断層矩形範囲内 (b)震源断層矩形範囲外

図-12 下端勾配と地すべり発生率との関係

図-13、14は、地すべり斜面の縦断的凸度及び最大侵食深と地すべり発生率との各関係を震源断層矩形範囲内外に分けて示した。図-12に示した下端勾配と同様な関係が認められる。

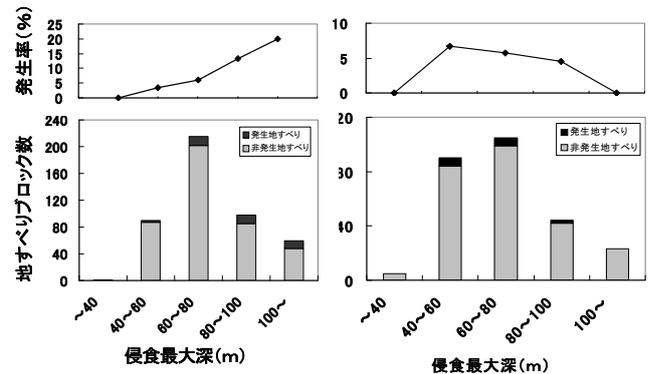
これらのことから、危険度評価要因である下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深は、震源断層矩形範囲内では範囲外に比べて地すべり発生との関連性が高いことが分かった。

図-15は、下端勾配と地すべり発生率との関係を、



(a)震源断層矩形範囲内 (b)震源断層矩形範囲外

図-13 縦断的凸度と地すべり発生率との関係



(a)震源断層矩形範囲内 (b)震源断層矩形範囲外

図-14 侵食最大深と地すべり発生率との関係

震源断層からの距離0~5km、0~10km、0~15kmに分けて示した。地すべり発生率は震源断層からの距離0~5kmでは下端勾配の増大とともに地すべり発生率が大きくなる傾向は認められないが、震源断層からの距離0~10km及び0~15kmでは下端勾配の増大とともに大きくなる傾向がある。

図-16、17には、地すべり縦断的凸度及び最大侵食深と地すべり発生率との各関係を震源断層距離別に分けて示した。図-15に示した下端勾配と同様な関係が認められる。

これらのことから、危険度評価要因である下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深は、震源断層からの距離0~10km及び0~15kmでは値の増大とともに大きくなり、地すべり発生との関連性が高いことが分かった。なお、震源断層からの距離15km以上については、地すべりの発生が少ないため0~15kmのグラフと同様な傾向を示すと考えられる。

3.2.3 危険度評価範囲設定法の検討

表-2には、震度、加速度、震央及び震源断層からの距離、震源断層矩形範囲と地震で発生した地すべりとの関係を検討した結果を示した。なお、検討範囲は、

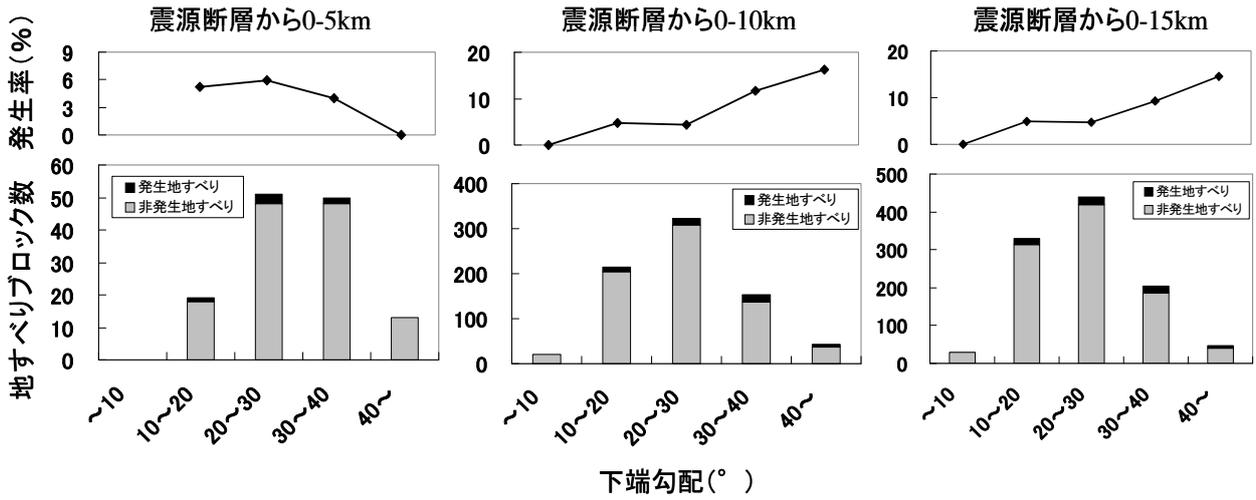


図-15 震源断層からの距離別の下端勾配と地すべり発生率との関係

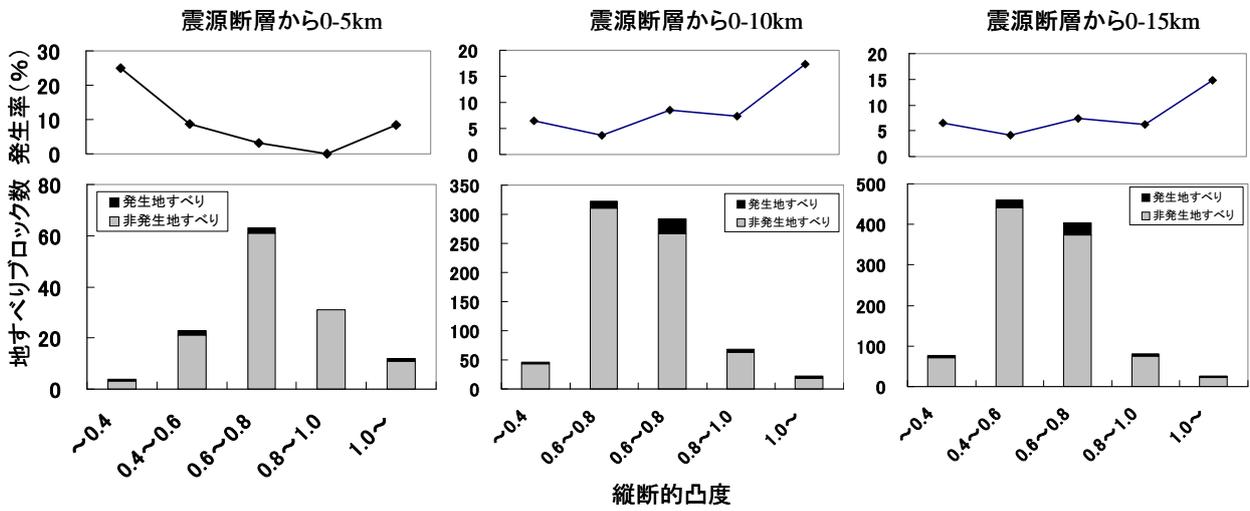


図-16 震源断層からの距離別の縦断的凸度と地すべり発生率との関係

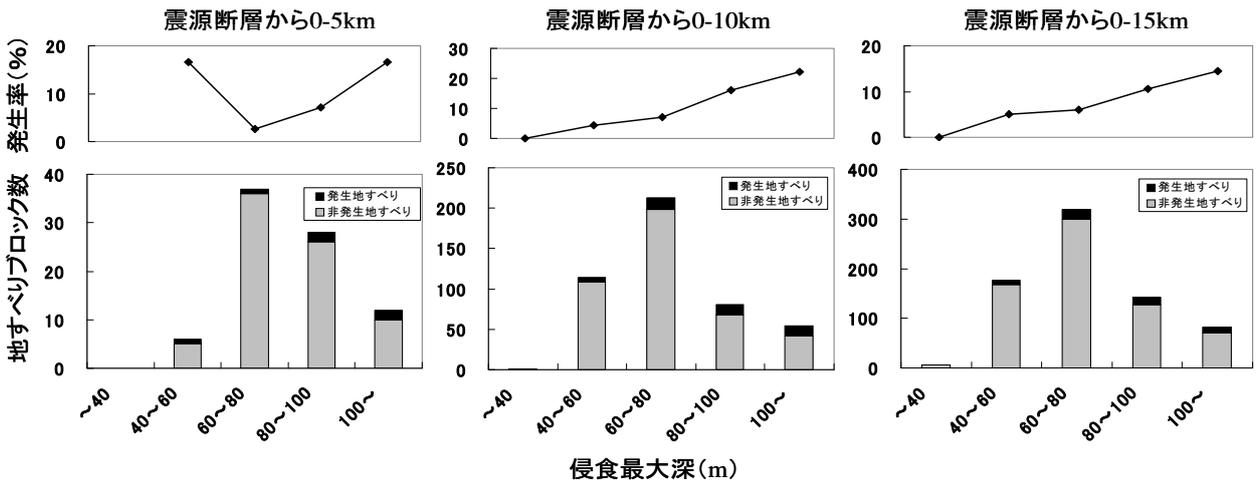


図-17 震源断層からの距離別の侵食最大深と地すべり発生率との関係

中越地震については図-7、中越沖地震については図-8に示したとおりである。震度については、中越地震では6弱以上の範囲で全地すべり発生数の97%、5強以上の範囲で100%の地すべりが発生し、中越沖地震では6弱以上で発生している。その他、加速度については全地すべりが500gal以上で発生している。また、震央からの距離については、地すべりは両地震とも約30kmの範囲内で発生している。震源断層からの距離については、地すべりは中越地震が約22km、中越沖地震が約28kmの範囲内で発生しており、地すべり発生範囲に幅がある。震源断層矩形範囲については、中越地震では全地すべり発生数の55%、中越沖地震では全地すべり発生数の50%がこの範囲内に入る。

表-2 地震の諸元と地すべり発生との関係

	中越地震	中越沖地震
震度*	6弱以上で97%、 5強以上で100% 発生	6弱以上で発生
加速度	地すべりは500gal以上で発生	
震央からの距離	約30km以内で発生	
震源断層矩形範囲*	55%が発生	50%が発生
震源断層からの距離*	22kmの範囲内で発生	28kmの範囲内で発生

*文部科学省地震調査研究委員会で予測される情報

表-2に示した結果と前節までで明らかになったことをまとめると、以下のとおりである。

- ①中越地震では震度6弱以上の範囲で全地すべり発生数の97%、5強以上の範囲で100%の地すべりが発生し、中越沖地震では6弱以上で発生している。
- ②全地すべりが、加速度500gal以上で発生している。
- ③地すべりは、震央からの距離で30kmの範囲内で発生している。
- ④地すべりの面積は、震源断層からの距離が大きくなるほど小さくなる傾向がある。
- ⑤地すべりは、震源断層からの距離で15kmまたは20kmの範囲で最大規模を含む相対累積度数80%以上発生している。
- ⑥震源断層矩形範囲内と範囲外を比較した場合、範囲内外での地すべり発生数及び規模の明瞭な差は認められない。
- ⑦H19年度までに危険度評価要因として取り上げた

下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深は、震源断層矩形範囲内では範囲外に比べて地すべり発生との関連性が高く、震源断層からの距離0~10km及び0~15kmでは値の増大とともに大きくなり、地すべり発生との関連性が高い。

なお、震源断層位置、震源断層矩形範囲、震度は文部科学省地震調査研究委員会で予測される情報であり、地震で発生する地すべりの危険度評価範囲を設定する際の重要な情報となる。

①~⑦の結果から、地震による地すべり危険度評価を行う範囲の設定には、危険度評価要因と地すべり発生との関連性が具体的に明らかとなった震源断層からの距離を用いて設定することが考えられる。今後は、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震についても同様に検討し、範囲の設定手法をとりまとめる予定である。

3.2.4 危険度評価要因の検討

H19年度までに危険度評価要因として取り上げた下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深は地すべり地形本体に着目した要因であるが、今回は地すべり地形と接する部分にも着目し、新しい要因の検討を試みた。

図-18に、中越地震発生前の平成3、6年に撮影された空中写真を用いて地すべり地形を判読し、平面図に記入した結果を示した。Aの地すべり地形は中越地震により地すべりが発生した尼谷地地すべりであり、Bの地すべり地形は地震時に地すべりが発生しなかったものである。点線は地すべり地形の外縁長を、実線は地すべり地形外縁部に接する河川と侵食谷を示している。Aの地すべり地形は、斜面末端が河川に面することや側部で侵食谷地形が発達していることから、B

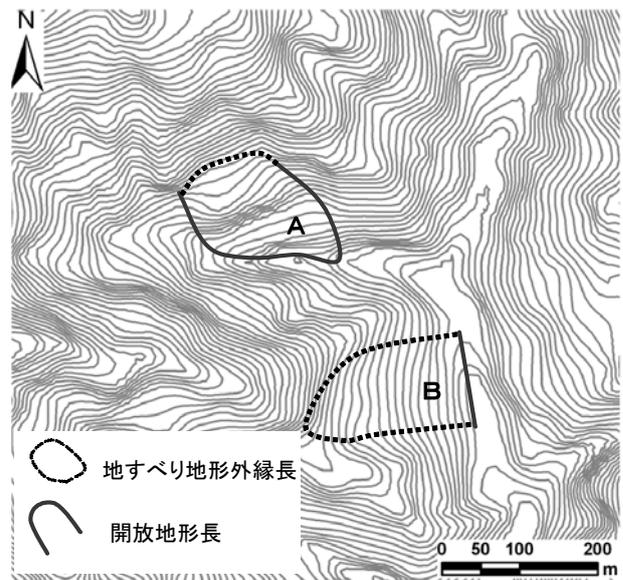


図-18 中越地震発生前の地すべり地形判読結果

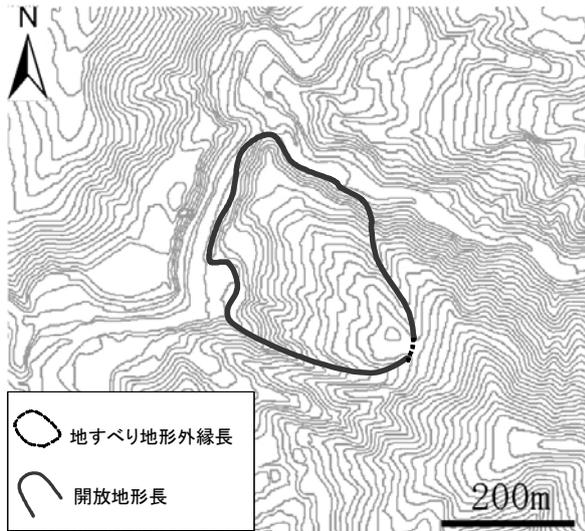


図-19 地すべり地形判読結果(東竹沢地すべり)

に比べて斜面が開放され移動しやすいと考えられる。地すべり地形の外縁長に対する末端と側部の開放されている長さ(以下、開放地形長という)の割合を求めると50%以上となっている。一方、地すべり地形Bはその割合が20%程度となっている。

図-19は、図-18と同様に地すべり地形を判読した東竹沢地すべりについて示したものである。開放地形長が、地すべり地形の外縁長の95%程度を占めていることが分かる。

このようなことから、既存の地すべり地形における地すべり地形の外縁長に占める開放地形長の割合が、地震による地すべりの発生と何らかの関連性があると推定された。そこで、地すべり地形外縁の開放地形の割合を新しい危険度評価要因として用いることが可能か検討することとした。

3.2.5 開放率と地すべり発生との関係

地すべり地形の外縁長に占める開放地形長の割合は開放率と定義し、(1)式により求める。

$$E = \ell / L \times 100 (\%) \quad (1)$$

ここで、E：開放率(%)

ℓ ：開放地形長(m)

L：地すべり地形外縁長(m)

図-20に、開放地形長と地すべり地形外縁長の模式図を示す。開放地形長は、地すべり斜面末端が河川や谷に面する部分の外縁長と、側部が侵食谷などの谷地形を呈する部分の外縁長を合計し求めた。

開放率と地すべり発生の関連性についての検討は、地震で地すべりが発生した既存地すべり地形と発生しなかった既存地すべり地形を検討対象範囲からそれぞれサンプリングして分析を行った。

大八木によると地すべり地形には、①滑落崖と移動体の輪郭が明瞭であるもの、②滑落崖は明瞭だが、移動体の判定が困難であるもの、③滑落崖はほとんど開析されてしまったが、過去の移動体の一部が残存しているもの等がある⁹⁾が、今回は開放地形が明瞭

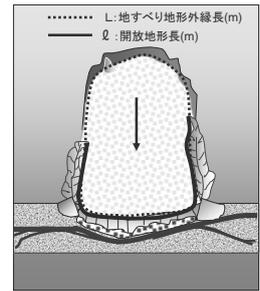


図-20 項目の定義

な①の既存地すべり地形を検討の対象とした。

図-21に、検討した範囲を示した。検討した範囲内には既存の地すべり地形が1,050箇所存在し、中越地震では64箇所の地すべりが発生した。この64箇所の地すべり地形を判読した結果、①の既存の地すべり地

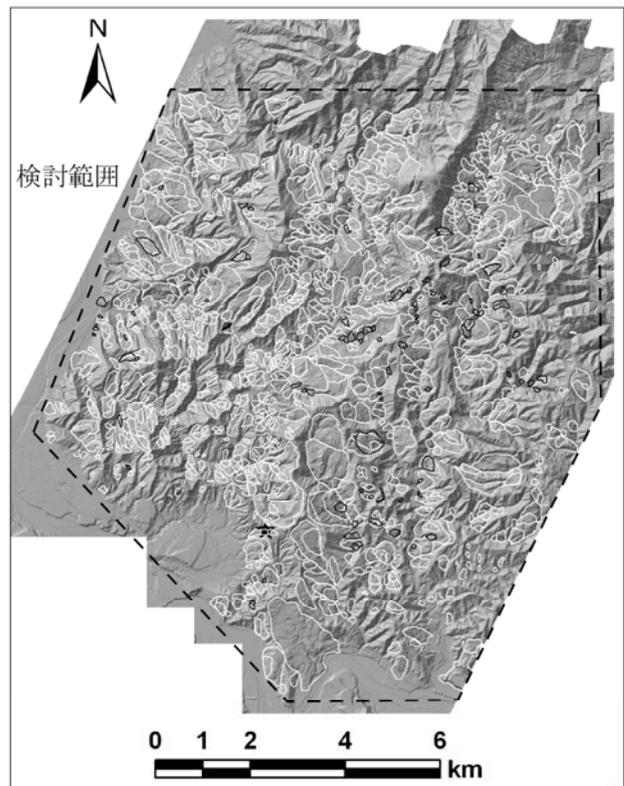


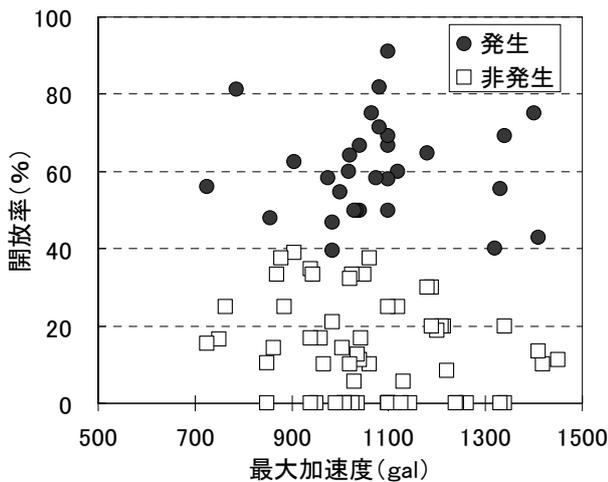
図-21 危険度評価の検討範囲

形を呈する箇所が30箇所、②、③等のものが34箇所認められた。また、既存の地すべり地形内で地すべりが発生しなかった地形については、①の既存地すべり地形を呈する地形61箇所を選定した。地すべりは最大加速度600~1,400galの間で生じている⁸⁾ことから、この最大加速度の幅の中にデータが適度に分散するようにサンプルを選定した。また、地すべり地形の外縁長と開放地形長は、縮尺1/25,000の空中写真を用いて判読し、その結果を地形図に記入して求めた。

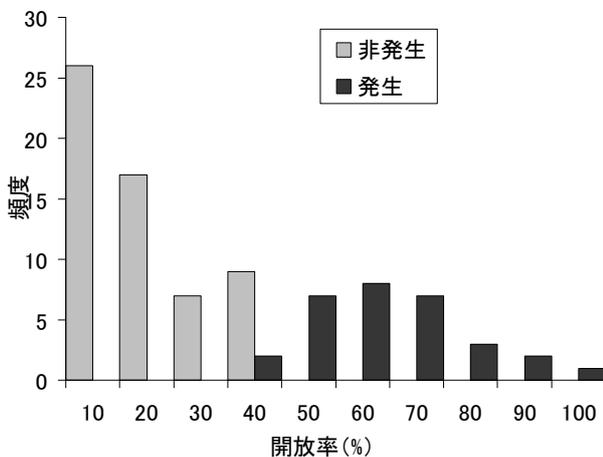
図-22には最大加速度と開放率との関係を、図-23

は開放率と地すべり発生（地すべり斜面の一部が移動したものも含む）・非発生との関係をそれぞれ示した。地すべりが発生したものと非発生であったものは開放率により評価でき、サンプルをとって分析した結果ではあるが、開放率が約40%以上の値になると地すべりが発生している。その判別率は97%であった。

以上のことから、地震による地すべりの発生は、少なくとも滑落崖と移動体の輪郭が明瞭な地すべり地形を呈している場合、開放率によって判別できる可能性があるといえる。



図一22 最大加速度と開放率との関係



図一23 開放率と地すべり発生・非発生との関係

4. まとめ

H20年度は、中越沖地震による地すべり災害の実態把握と、中越地震及び中越沖地震の事例をもとに地震による地すべり地の危険度評価法について検討を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 新潟県中越沖地震による地すべりは18箇所が発生し、それらは震度6弱以上、最大加速度500gal以上の範囲に位置している。
- (2) 中越沖地震における地すべりの発生と地質、地質構

造との関係は、2004年新潟県中越地震で発生した地すべりが泥岩の分布域よりも砂岩泥岩互層、砂質岩の分布域で多く、受け盤より流れ盤構造で発生した事例が多かったことと同じ傾向が認められた。

- (3) 地すべりは、震源断層からの距離で15kmまたは20kmの範囲で最大規模を含む相対累積度数80%以上発生している。
- (4) 危険度評価要因である下端勾配、縦断的凸度、最大侵食深は、震源断層からの距離0~10km及び0~15kmの範囲では、0~5kmに比べて地すべり発生との関連性が高いことが示された。
- (5) 地震による地すべり危険度評価範囲の設定には、危険度評価要因と地すべり発生との関連性が具体的に明らかとなった震源断層からの距離を用いることが、現時点では有効であると考えられる。
- (6) 地すべり地形の外縁長に対する侵食谷等の開放地形の占める割合を開放率と定義することで、開放率は地震による地すべりの発生危険度評価要因として用いることができると考えられた。

5. 今後の課題

今後は、岩手・宮城内陸地震、善光寺地震などの既往の地震による地すべり災害の実態把握を実施する。また、地震による地すべり地の危険度評価法については能登半島地震及び岩手・宮城内陸地震の事例を加え、震源断層と地震で発生した地すべりの分布範囲、危険度評価要因及び地すべり発生率との関係をそれぞれ検討し、適用範囲の設定手法をとりまとめる。その他、開放率と地震による地すべり発生との関係については、岩手・宮城内陸地震等を対象とした地すべり地形の判読を行い検討する予定である。

参考文献

- 1) 国土地理院 (2008) : 平成19年(2007年)中越沖地震の震源断層モデル更新、国土地理院
HP:<http://www.gsi.go.jp/cais/topics-topic080111-index.html>
- 2) 気象庁ホームページ :
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/data.html (2009年3月2日)
- 3) 防災科学技術研究所強震ネットワーク K-NET より : <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/quake/> (2009年3月2日)
- 4) ハスパートルほか: 地震に伴う再滑動した地すべりの挙動及び機構、第45回日本地すべり学会研究発表会講演集、pp.157~160、平成18年8月
- 5) 国土地理院 (2004) : 2004(平成16)年新潟県中越地震、

4. 5 地震時における再滑動地すべり地の危険度評価に関する研究

国土地理院

HP : <http://www.gsi.go.jp/cais/topics-topic041023.html>

6) 東京大学地震研究所 (2005) : 2004 年新潟県中越地震—強震動と震源過程—、東京大学地震研究所

HP:<http://taro.eri.u-tokyo.ac.jp/saigai/chuetsu/chuetsu.html>

7) 瀬戸内海 (2008) : 2007 年新潟県中越沖地震の震源断層面

Seismo, 2008 年 2 月号

8) 国土技術政策総合研究所報告 第 27 号、土木研究所報告 第 203 号、pp.44-45、平成 18 年 1 月

9) 大八木規夫 : 地すべり地形の判読法 空中写真をどう読み解くか、pp.16-19、近未来社、2007 年

Research on Risk Assessment for Re-activating Landslide Triggered by Earthquake

Abstract

Induced by recent strong earthquakes such as the Chuetsu earthquake of Niigata Prefecture, the Noto Peninsula earthquake, and the Chuetsu-offshore earthquake of Niigata Prefecture, landslide disaster caused serious damage to the mountainous area. To propose a risk assessment for landslide triggered by earthquake, we started this research from the fiscal year of 2008. In 2008, we analyzed the features of landslides induced by previous earthquakes, and discussed the risk assessment method for landslide. For the former one, we studied the features of landslides induced by the Chuetsu-offshore earthquake. We interpreted 18 landslides in the study area, and revealed that these landslides distributed within the area where seismic intensity is larger than “ 6 lower ” and peak gravity acceleration is larger than about 500 gal, and have similar geological features with the landslide triggered by Chuetsu earthquake. For the latter one, we studied the relation between the earthquake source fault and landslide, and discussed the factors for risk assessment. As a result, we clarified that 80% of landslides including the largest magnitude occurred within the distance of 15 km or 20 km from the source fault. Moreover, we concluded that the marginal erosion condition of landslide is possible to applicable to risk assessment of landslide occurrence.

Keywords: earthquake; landslide; risk evaluation method