

東日本大震災による岩手県内で発生した斜面崩壊の実態とその分析

井良沢道也*・高橋 歩**

Analysis of slope disasters in Iwate by the 2011 East Japan Earthquake

Michiya IRASAWA* and Ayumu TAKAHASHI*

I. はじめに

東日本大震災に伴う本震・余震を含め数多くの地震は日本列島に大きな爪痕を残した。岩手県は本震に端をなした津波の被害を直接受け、甚大な犠牲者を出した(1)。しかし、東日本大震災が岩手県にもたらした被害は、津波による人的被害だけではない。岩手県内では、3月11日の本震と4月7日の大きな余震の揺れに伴う斜面崩壊(写真-1)や、津波による防潮林の流出、砂防・治山施設の損壊など合計135箇所の発生が確認されている。今後の二次災害の発生も危惧され、保全対象は河川、道路、鉄道、人家など多岐に渡っている。ここではその中から東日本大震災による自然斜面における崩壊を対象として、災害の実態を明らかにし、今後の対策に結びつけることを課題としている。岩手県内における地震による斜面崩壊箇所の分析をすすめるにあたり、防災行政機関によるデータを収集し、現地調査を行った。その結果、40箇所の新規の斜面崩壊を抽出した(図-1)。これら40箇所の斜面崩壊を対象にいくつかの項目について分析を行ったので紹介する。

II. 地震の概要

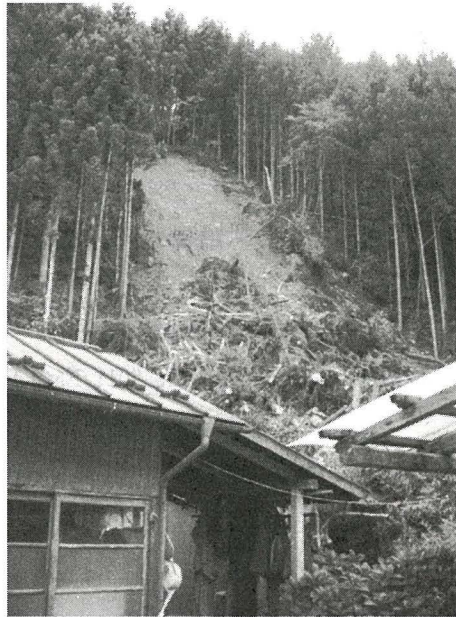
2011年3月11日14時46分頃、宮城県牡鹿半島の東南東沖130km、深さ24kmを震源として発生した東日本大震災は、最大震度7(宮城県栗原市)、マグニチュード(Mw)9.0を記録した

Received March 30, 2012

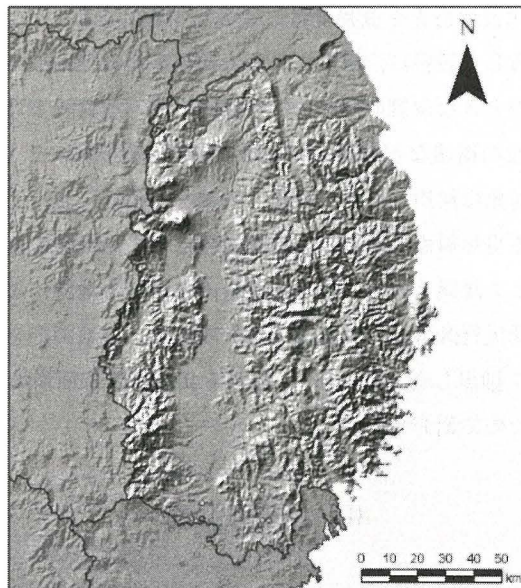
Accepted April 23, 2012

* 岩手大学環境学系

** 岩手大学農学部共生環境課程



写真一 一関市東山町で本震（3月11日）により発生した斜面崩壊、今後も拡大崩壊の危険性が高く人家への影響が懸念される（一関市東山町松川三室平 2011年9月26日撮影）



図一 岩手県内における地震により生じた斜面変動分布

（日本における観測史上最大の規模）。発生機構は西北西—東南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型である（2）。この地震により、津波をはじめとした人的被害や斜面崩壊，停電，断水，物資の停滞による長期のライフラインの寸断など，今までに前例のない広域的かつ激甚な被害となっ

た。なお、この地震において岩手県で観測された最大震度は岩手県沿岸南部、岩手県内陸北部、岩手県内陸南部の6弱である。

さら同年4月7日午後23時32分頃、宮城県牡鹿半島の東約40km、深さ66kmを震源として発生した東日本大震災後の余震は、最大震度6強（宮城県栗原市ほか）、マグニチュード（Mw）7.1を記録した。岩手県内において観測された最大震度は岩手県沿岸南部、岩手県内陸南部の6弱で、大きな津波は観測されなかった。東日本大震災の本震と比較すると、震源が陸側に近いことが特徴である。

Ⅲ. 調査手法

岩手県内における地震による斜面崩壊発生個所の分析を進めるにあたり、防災行政機関から情報の収集を行った。岩手県農林水産部森林保全課及び県土整備部砂防災害課から提供して頂いた災害の発生に関するデータと写真、及び地形図を基にその分布状況及び崩壊発生に関係した項目の分析を進めた。また、特に人家に近い崩壊地を中心に現地確認をした。なお、行政機関以外からも奥山ボーリング(株)から2カ所の斜面崩壊箇所データを提供して頂いた。

その結果、岩手県内においては40箇所の新規の斜面崩壊発生箇所を抽出することができた。なお、ここでは砂防・治山施設災害箇所をのぞく自然斜面の崩壊を対象としている。

斜面崩壊箇所の分析は、まず、その発生状況の概要を把握した上で、崩壊の発生に影響を与え得る要因の中から、特に影響の大きいとされる地震動、地形、地質、水文の大きな4つの項目に大別し（3）、その中にさらに細かい項目をいくつか取り上げ分析した（表-1）。なお、本資料で述べる40箇所の崩壊地の分析では、主に表-1に示したうち、特に関係の深かったものを取り上げる。

表-1 斜面変動箇所における分析項目（太字は今回記載しているもの）

項目	内容
概要	分布, 崩壊形態, 被災対象, 市町村別の崩壊箇所数・崩壊発生日, 崩壊箇所の規模, 見た目の危険性
地震動 (本震, 余震)	震度, 加速度
地形	斜面勾配, 斜面形, 起伏, 斜面の向き, 谷密度, 末端の状況, 地すべり地形, 活断層からの距離, 遷急線の有無
地質	地質年代, 岩質, 構造 (受け盤, 流れ盤など), 初生地形
水文	地下水, 先行降雨, 融雪期

IV. 調査結果

岩手県内における40箇所の新規の斜面崩壊の概要及びその分析を行った結果について述べる。

1. 分布

岩手県内では斜面崩壊発生箇所の分布は県南の一関市と藤沢町、県北の二戸市と一戸町に偏っている(図-1)。3月11日の本震では震度6弱が岩手県沿岸南部、岩手県内陸北部、岩手県内陸南部で広範囲に観測され、同じく4月7日の余震でも岩手県沿岸南部、岩手県内陸南部で広範囲に観測されているが(2)、図-1に示すように斜面崩壊箇所の分布域には偏りがみられる。これは地形、地質など多くの要因と関係があると考えられる(4)。なお、本震及び余震では、宮城県仙台市など盛土した宅地造成地盤が地震の影響で変状を受け、家屋が被災するケースが多く見られたが、同様の被害は岩手県においてもいくつか確認されている。このうち本震及び余震の影響により、岩手県内では二戸市杉の沢石切所、一関市館ニュータウン、一関市舞川小学校の3箇所において、現地において宅地盛土斜面で崩壊が発生していることを確認した(5)。これらの人工地盤における災害については別途、とりまとめて報告する予定である。

2. 市町村別の崩壊箇所数及び崩壊発生日

市町村別の崩壊箇所数は、一関市と藤沢町など県南で25箇所、二戸市と一戸町の県北で8箇所となっており、県南と県北に偏って分布している(なお藤沢町は2011年9月26日に一関市に編入された)。対照的に、4月7日の余震による崩壊はそのほとんどが一関市と藤沢町で発生している(図-2)。これは余震は岩手県北部では震度6弱以上の強い地震動が観測されなかったことに関係している(2)。なお、別途、聞き取り調査を行い、一関市の住民に地震の際に感じた揺れの強さや怖さを聞いたが、2008年6月14日の岩手・宮城内陸地震や本震よりも強かつ

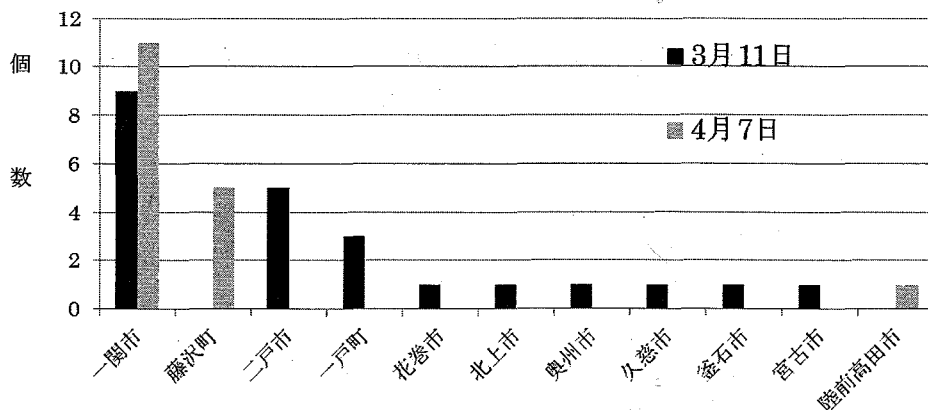


図-2 市町村別の崩壊箇所数及び崩壊発生日 (n=40)

た、あるいは怖かったとの回答が多かった。

3. 規模

地震によって発生した斜面崩壊の規模は全体として小さく、0.01~0.02haの小規模崩壊が過半数を占める(図-3)。最も大きい崩壊でもその規模は1.0haであった。これは以下に述べるように、多くが小規模な表層崩壊によるものが多いことに関係している。過去の岩手・宮城内陸地震では大規模崩壊や地すべりが多く発生した事例とは対照的である。

4. 斜面崩壊の形態

対象とした40箇所の崩壊地を現地調査及び写真より判読したところ、約6割が表層崩壊、約3割が岩盤崩壊であり、この2つの現象が主たる形態であった(図-4)。他は表層崩壊と岩盤崩壊の中間形態を示すもの、落石などであり、狭義の地すべり移動は無く、地すべり性崩壊が1件であった。

5. 崩壊箇所の傾斜

崩壊箇所の約5割が30~39°の傾斜で発生し、また約4割が40~49°の斜面で発生している(図-5)。一般的に斜面での崩壊が発生しやすい傾斜は30~50°とされていることから(5)、これに合致する結果となった。50°以上の傾斜がある場所では、もともと風化土層が浸食されやすく、崩壊する可能性の高い物質が少ないからであると考えられる。

6. 崩壊地の遷急線の有無

遷急線とは、斜面上方の勾配より、川側の斜面の勾配が急になる点を結んだ線である。遷急線は浸食前線とも呼ばれ、これからまさに浸食(崩壊)するところであり、遷急線より上部斜

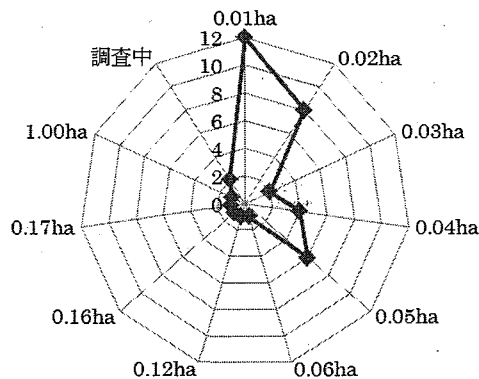
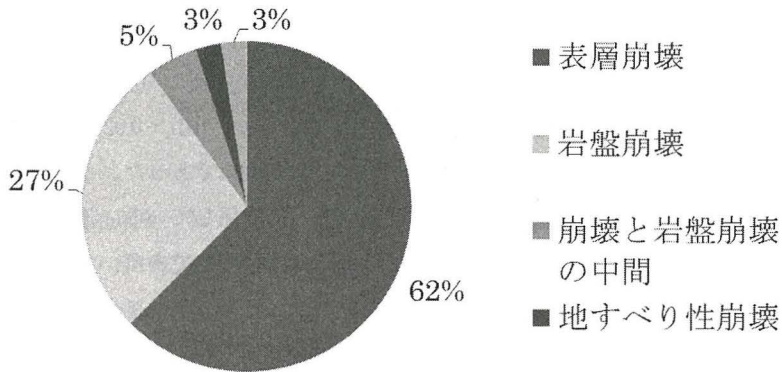
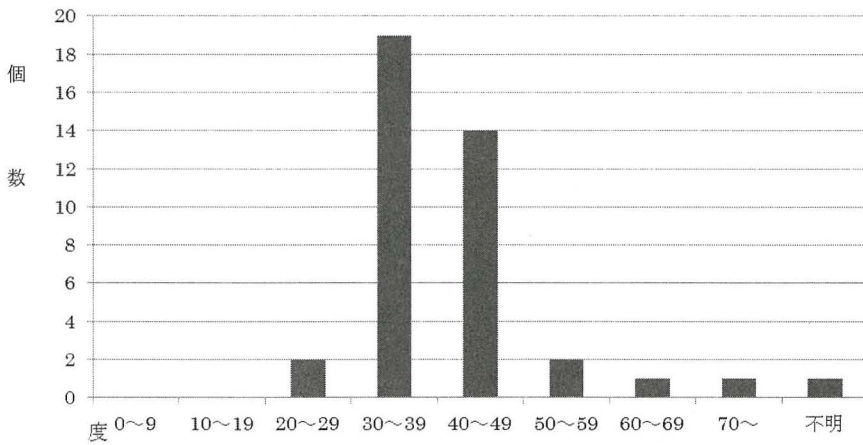


図-3 地震によって発生した斜面崩壊箇所の規模 (n=40)



図一4 地震によって発生した斜面崩壊箇所の形態の割合 (n=40)

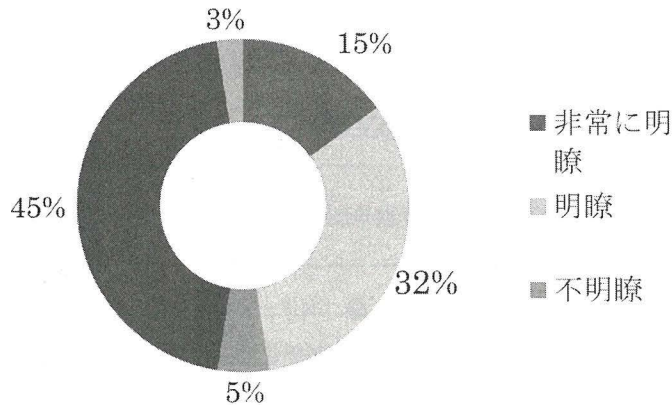


図一5 地震によって発生した斜面崩壊箇所の勾配 (n=40)

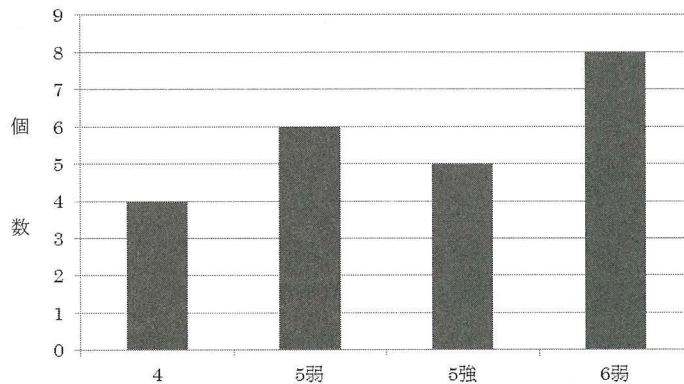
面は緩傾斜で風化層が厚く下部斜面は急勾配で表層は薄いのが特徴である。今回、その遷急線の有無を現地調査及び写真から判読した。その結果、「非常に明瞭」あるいは「明瞭」という遷急線の存在を確認できる崩壊箇所が約5割にも上った(図一6)。今回の地震による斜面崩壊の発生には、遷急線に関係性があるものが多いと言える。

7. 震度(本震)

震度は崩壊地を25000の1の地形図などで調べ、気象庁の示す震度分布図と照らし合わせ、最も適切であろう震度を判読した(図一7)。また、震度は本震で崩壊した全23箇所を対象としている。崩壊地における本震時の震度は、過半数が「6弱」を記録している。これは崩壊地の多くが震源近くの一関市や藤沢町で発生したことに関係している。また、震度「5弱」、震度「4」は県北の二戸市と一戸町で観測されたものである。



図一六 地震によって発生した斜面崩壊箇所の遷急線の有無の割合 (n=40)

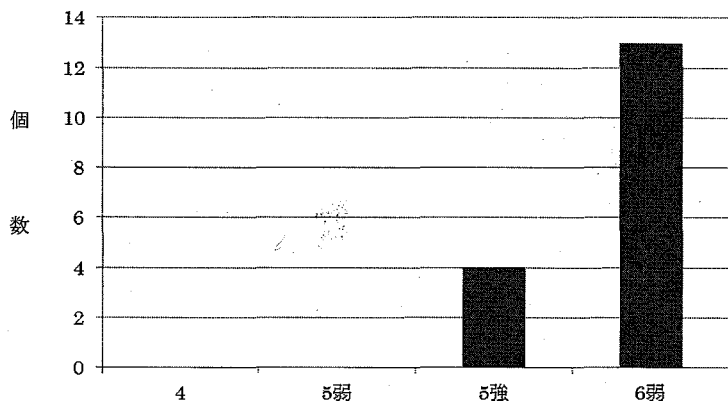


図一七 地震によって発生した斜面崩壊箇所の震度 (本震) (n=23)

8. 震度 (余震)

余震時の震度も対象17箇所分の結果を示す (図一八)。なお震度「6弱」が5割を占めているのは本震時とあまり変わらないが、余震時には震度「5強」を観測した場所も多くみられる。(1)。なお、岩手県沿岸南部及び岩手県内陸南部では今回の余震と本震の震度階は同じ地点が多かった。

なお、図示しなかったが、崩壊の約7割が平行斜面で、1/4が尾根型斜面での崩壊であった。一方、これらとは対照的に谷部での崩壊はほとんど見られなかった。これは一般的に地震で発生する崩壊の特徴と類似している。崩壊地の地質年代では全体的にみると約4割が「新第三紀中新世」、3割が「中生代白亜紀前期」となりこの2つの地質での崩壊が顕著であった。今回発生した斜面崩壊は前者の地質は二戸市や一戸町、一関市の西側の地域に多く分布し、後者は一関市の東側、藤沢町に多く分布している地質である。「中生代白亜紀前期」の母岩そのもの



図一 8 地震によって発生した斜面崩壊箇所の震度 (余震) (n=17)

は硬質であるが、今回発生した斜面崩壊は表層が風化しそれが崩壊したものと考えられる。なお、一関市の西側の地域では固結度が弱く密度の低い堆積物の上位に、硬質で比較的高密度の火山岩類が分布するキャップロック構造を有している崩壊地が多かった。

V. まとめ

東日本大震災による岩手県内での斜面崩壊箇所の分析をすすめるにあたり、防災行政機関によるデータを収集し、現地調査を行った。その結果、40箇所の新規の斜面崩壊を抽出することができた。地震によって発生した斜面崩壊の分布が県南と県北に偏っているのが最大の特徴である。本データについて、地震と崩壊に関係する様々な項目に関して検討を行った結果、遷急線など地形と地質に関係深いことがわかった。今後は、2008年6月14日の岩手・宮城内陸地震を含んだ国内外の既往の地震も含めて、これまでに地震によって発生した斜面崩壊の事例を運動タイプ別に地形・地質・地震動 (震度・加速度・速度・周期や継続時間等)・降水条件などの発生要因を統計的に解析し、それらの斜面変動発生への寄与のしかたやその度合いについて評価していきたい。

謝 辞

本研究の実施にあたり、さまざまなご指導・ご助言および資料提供などを頂いた岩手県農林水産部森林保全課、同県土整備部砂防災害課ならびに奥山ボーリング(株)各位に対し、心から感謝の意を表します。

また、研究を進めるにあたり一関市建設部一戸欣也部長から貴重な資料をいただいた。さら

に、(社)日本地すべり学会東北支部、同関東支部、同新潟支部、研究メンバー所属大学の学生・院生の諸氏には記して感謝申し上げます。

引用文献

- (1) 国土技術政策総合研究所 (2011) 平成23年東北地方太平洋沖地震の緊急調査速報. 土木技術資料 53(5) : 4-13.
- (2) 吉田望・國生 剛治・規矩 大義・山口 晶・千葉 克己・高橋 一雄 (2011) 2011年東北地方太平洋沖地震による宮城県中部地域の地盤被害 (大震災). 地盤工学会誌 59(7) : 42-45.
- (3) 治山技術研究会 (1998) 地震による山地災害とその対策. 161pp. (社)日本治山治水協会, 東京.
- (4) 社団法人東北建設協会 (2006) 東北地方の地質「東北地方デジタル地質図」. 仙台.
- (5) 下川悦郎 (1996) 森林の百科事典. 617pp. 丸善出版, 東京.

要 旨

東日本大震災に伴う多くの地震は日本列島に大きな爪痕を残した。岩手県は震災に端をなした津波の被害を直接受け、甚大な犠牲者が出た。一方、津波災害だけでなく、東日本大震災により岩手県内では斜面崩壊が発生し被害を与えた。保全対象は河川、道路、鉄道、人家など多岐に渡っており、今後の二次災害も危惧されている。そこで東日本大震災による斜面崩壊を対象として、その実態を明らかにし、斜面崩壊の発生箇所の特徴を検討した。岩手県内における地震による斜面崩壊の分析をすすめるにあたり、防災行政機関によるデータを収集し、そのデータを参考に現地調査を行った。その結果、40箇所の新規の斜面崩壊を抽出することができた。斜面崩壊の分布は県南と県北の内陸部に偏っていることがわかった。本データについて、地震と崩壊に関係する様々な項目に関して検討を行った結果、地形と地質に関係深いことがわかった。

Summary

Tremors accompanying the massive 2011 East Japan Earthquake weakened and collapsed slopes in many areas of Japan. The most serious damage to property and people in Iwate Prefecture resulted from the tsunami triggered by the earthquake, which caused extensive destruction. In addition to the tsunami, the earthquake produced

extremely damaging slope collapses. Weakened slopes are a continuing hazard and threaten bridges, roads, railroads, houses, and other infrastructure. Hence, I examined the actual condition of slope. In recommending analysis of disasters caused by the earthquake and causative factors. To analyze the slope disaster in Iwate, I collected data from a disaster prevention government agency and conducted a ground-truthing field survey. I was able to newly identify 40 slope disasters. Moreover, I also separately investigated the collapse of slope failure in Ninohe and Ichinoseki. Here, I report the results.