

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：16301

研究種目：特別研究促進費

研究期間：2015～2015

課題番号：15H05793

研究課題名(和文)2015年ネパール地震と地震災害に関する総合調査

研究課題名(英文)Comprehensive Survey of 2015 Nepal Earthquake and Resulted Disasters

## 研究代表者

矢田部 龍一(YATABE, RYUICHI)

愛媛大学・理工学研究科・教授

研究者番号：70127918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 20,600,000円

研究成果の概要(和文)：2015年4月25日に発生したネパール・ゴルカ地震の総合調査を行った。得られた結果は次のようである。地震の発生機構の解明、断層活動や地震動による山間部での斜面災害の発生機構の解明、建築物・土木構造物の被害の実体解明、地震・雪氷複合災害の実体解明とリスク評価などの観点から総合的な調査を実施することで、ネパール国における二次災害の軽減と復興計画策定に貢献した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we conducted a comprehensive investigation of the damage made by Nepal Gorkha Earthquake occurred on 25 April 2015. The main items of understandings of the investigation and analysis are: 1) earthquake occurrence mechanism, 2) mechanism of slope failures in the mountainous areas due to the earthquake and fault activities, 3) situation of damage and destruction of buildings and civil infrastructures, 4) situation analysis of earthquake-induced ice avalanche disaster, and 5) overall disaster risk assessment. Through these items of understanding, we contributed to second-stage disaster reduction and restoration plan preparation in Nepal.

研究分野：地盤防災

キーワード：ネパール・ゴルカ地震 土砂災害 雪崩災害 強震動 地震断層 文化財保全 国際協力 社会的影響  
調査

## 1. 研究開始当初の背景

2015年4月25日にネパール国カトマンズ近郊を震源とするマグニチュード(M)7.8(USGS)の地震が発生し、強震動による建物の倒壊などにより、死者7,800人を越えると推定される甚大な被害をもたらされた。この地震は、北上するインドプレートとユーラシアプレートとの衝突境界において、北北東-南南東方向の圧縮力によって発生した逆断層型の大地震であった。プレート境界のヒマラヤ前縁断層帯(HFM)あるいはヒマラヤ主境界断層帯(MBT)が活動したと考えられるが、詳細はまだ明らかになっていない。この地震は内陸部で発生した地震としては最大級に次ぐ規模の地震であり、震源域の直上に首都カトマンズが位置していたことから、人口密集地において多くの建物が崩壊し、甚大な被害をもたらされ、山間地において斜面崩壊や地すべりが発生した。現在、国際的な支援のもと人命救助、医療、災害復旧、復興が行われている。本研究では、この地震に対して、地震の発生機構、断層活動や地震動、山間部での斜面災害の発生機構、建築物・土木構造物の被害の実態、地震・雪氷複合災害の実態を解明するための総合的な調査を実施する。

## 2. 研究の目的

土砂災害調査については、現地調査を実施し、地すべり発生箇所、発生機構、地すべりの規模に関する基礎的なデータを取得し、斜面災害の実態と被害の特徴と要因を明らかにする。また、氷河崩壊や氷河湖決壊による大規模洪水などのリスク評価を踏まえ、合理的な復旧戦略と今後の耐震設計への科学的資料を提供する。地震に伴いヒマラヤ山脈で多数の雪崩が発生し、人的被害が出たとされるが、雪崩の規模・流動特性や被害実態等については正確な情報が得られていない。雪崩災害の現地調査と情報収集・解析を行い、山岳氷河地域における地震・雪氷複合災害のリスク評価や今後の雪崩対策に資する知見を得る。地震観測により正確な余震の分布や発生機構を明らかにし、また、地表地震断層の分布範囲・規模や地質構造との関係を調べ、インド-ユーラシアのプレート衝突境界

のテクトニクスを理解する。災害対応における国際協力、歴史的市街地の再建に向けた直後対応、社会に対する影響調査、防災教育についての国際協力の効果についての基礎情報を入手する。

## 3. 研究の方法

地震に誘発される雪崩災害は我が国でも起こり得るが、これまで詳細な調査研究はほとんどない。本研究によって、リスク評価に活用可能なデータを提供できる。また、雪崩運動モデル、雪崩対策技術、氷河台帳などの既往の研究成果と組み合わせ、山岳氷河地域における雪崩ハザードマップの作成や防減災対策の検討へとつなげることができる。

地震の発生機構や地震動、斜面災害の発生機構の解明、建築物・土木構造物の被害の実態解明、地震・雪氷複合災害の実態解明とリスク評価などの観点から総合的な調査を実施することで、ネパール国における二次災害の軽減と復興計画策定に貢献できる。開発途上国の災害対応、復旧・復興における国際協力の支援・調整の実態や地震災害による社会への影響について、災害直後から継続的に調査を行うことにより、開発途上国への災害対応、防災教育、復旧・復興における我が国の国際協力の方策策定に貢献することができる。

我が国においては、この地震と同様な、プレート境界における地震が都市の直下で発生するケースとして、首都圏直下地震が想定されており、また、南海トラフ巨大地震や内陸巨大地震においては大規模な斜面崩壊・深層崩壊の発生が懸念されている。将来、我が国で発生し得る首都圏直下地震、南海トラフ巨大地震や内陸巨大地震の地震災害の軽減と、合理的な復興戦略策定のための重要な知見を得ることも目的である。

## 4. 研究成果

### 1) 土砂災害調査・解析

現地調査と資料収集を実施し、斜面災害の実態と、被害の特徴と要因を明らかにする。山地における地震動と地すべり発生箇所、発生機構、地すべりの規模に関する基礎的なデータを取得するとともに被害

の特徴と要因を検討した。また、氷河崩壊や氷河湖決壊による大規模洪水などのリスク評価を踏まえ、合理的な復旧戦略と今後の耐震設計への科学的資料を提供している。具体的には以下の研究を行っている。

## 2) 雪崩災害調査・解析

地震に伴いヒマラヤ山脈では多数の雪崩が発生し、多大な人的被害が出たとされるが、雪崩の規模・流動特性や被害実態等については正確な情報が得られていない。

そこで、山岳氷河地域における地震・雪氷複合災害のリスク評価や今後の雪崩対策に資する知見を得ることを目的として、雪崩災害の現地調査と情報収集・解析を行った。雪崩災害調査は、被害が最も大きいと考えられるランタンヒマラヤ（カトマンズの北側）を主な対象地域として実施した。現地調査及び利用可能な各種資料（画像・映像、衛星写真など）の収集・解析から、雪崩の発生位置・流下経路、人的被害・物的被害など明らかにするとともに、崩壊・崩落した氷河の状況を把握し、氷河崩壊から雪崩の始動・流下までの発生プロセスやメカニズムを推定している。また、将来的な雪崩ハザードマップ作成を念頭において、地震動に対して不安定な氷河の分布の解明と、雪崩運動解析による流下速度や停止位置の再現を行っている。

## 3) 地震・強震動調査・解析

インド・ユーラシアのプレート衝突境界のテクトニクスを理解するためには、震源断層の位置と形状を明らかにすることが極めて重要である。現在、余震の震源決定はグローバルな地震ネットワークの記録によって行われているが、正確かつ詳細な震源分布を決定することは困難であり、余震観測を通じて震源断層面の位置や形状を精度よく明らかにすることが必要である。そこで、カトマンズを中心とした震源域に30点程度の余震観測点を展開し、正確な余震の分布や発生機構を明らかにするとともに、余震活動の推移を評価している。カトマンズ盆地において、強震動観測を実施し、観測記録に基づいた地下構造モデルの構築と強震動評価・予測を実施して

いる。

## 4) 変動地形学・地震断層調査

今回の震源域はインド・ユーラシアプレート衝突境界の典型的な断面が描かれている場所であり、震源断層と地表変形の関係を理解することは衝突境界の構造・成長過程自体を理解する上で非常に重要である。また、比較研究により南海トラフなど他の収束境界の地震発生様式を理解する一助となる。今回の地震に伴い地表地震断層が出現したことが想定されるヒマラヤ前縁断層帯（HFM）およびヒマラヤ主境界断層帯（MBT）において地形・地質調査を行い、地表地震断層の分布範囲・規模やHFM/MBTなど既存の地質構造との関係を調べている。

## 5) 災害対応における国際協力、文化財保存及び社会的影響調査

開発途上国の災害対応、復旧・復興においては国際協力が重要な役割を果たしており、災害直後から継続的にどのような支援・調整が行われているのかについて直後から継続的な調査が必要である。また、歴史的市街地が大きな被害を受けているが、今後の修復を行う上で、災害直後からの保存に向けた対応が重要になり、歴史的建造物・市街地の保存の対応についても発災直後からの調査が必要である。また、地震災害においては、構造物の被害に加えて、社会がどのような影響を受けたのかについて検討している。災害前から実施されていた防災教育についての国際協力の効果の検証も重要な課題であり、災害対応における国際協力、歴史的市街地の再建に向けた直後対応、社会に対する影響調査、防災教育の効果についての基礎情報の入手を目的とした現地調査を実施している。

## 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9件)

1. Yasuhiro Kumahara, Deepak Chamlagain, Bishal Nath Upreti, Geomorphic features of active faults the Kathmandu Valley, Nepal, and no evidence of surface rupture associated with the 2015 Gorkha

- earthquake along the faults. Earth, Planets and Space, 査読無 68(1)、2016、pp1-8、DOI:1186/s40623-016-0429-x
2. Ichiyangi, Masayoshi., Takai, Noboru., Shigefuji, Michiko., Bijukchhen, Subeg., Sasatani, Tsutomu., Rajaure, Sudhir., Dhital, Megh., Takahashi, Hiroaki. Aftershock activity of the 2015 Gorkha, Nepal earthquake determined using the Kathmandu strong motion seismographic array. Earth, Planets and Space. 査読有、68、2016、pp25-30、DOI:10.1186/s40623-016-0402-8
  3. Takai, Nobuo., Shigefuji, Michiko., Rajaure, Sudhir., Bijukchhen, Subeg., Ichiyangi, Masayoshi., Dhital Megh., Sasatani, Tsutomu, Strong ground motion in the Kathmandu Valley during the 2015 Gorkha earthquake. Earth, Planets and Space, 査読有、68、2016、pp.10-17、DIO:10.1186/s4063-016-0383-7
  4. Meten M., Bhandary N.P., Yatabe R. GIS-based frequency ratio and logistic modelling for landslide susceptibility mapping of Debre Sina area in central Ethiopia, Journal of Mountain Science, 査読有、12(6)、2015、pp1355-1372、DOI : 1007/s11629-015-3465-3
  5. Meten M., Bhandary N.P., Yatabe R. Effect of Landslide Eactor Combinations on the Prediction Accuracy of Landslide Susceptibility Maps in the Blue Nile Gorge of Central Ethiopia. Geoenvironmental Disaster, 査読有、2015、pp2-9、DOI:10.1186/s40677-015-0016-7
  6. 檜垣大助、八木浩司、若井明彦、ゴルカ地震によるネパールでの地盤災害緊急報告会、日本地すべり学会誌、査読有、Vol.52 No.4、2015、pp43-16
  7. 澤柿教伸、河島克久、内藤望、緊急公開シンポジウム「ネパール地震と雪氷災害 - 現状把握と復興に向けて - 」、雪氷(日本雪氷学会誌) 査読無 78 巻 1 号、2015、pp15-20
  8. Angester, A., Fielding, Wesnousky, S., Pierce, I., Chamlagain, D., Gautam, D., Upreti, B.N., Kumahara, Y., Nakata, T., Field Reconnaissance after the 25 April 2015 M7.8 Gorkha Earthquake. Seismological Research Letters. 査読無 86(6)、2015、pp. 507-1513、DOI:1785/0220150135
  9. 竹内泰、ネパール地震現場調査報告 こ

れからの観光に求められること、季刊情報誌「観光施設」査読無 312、2015、pp8-8

〔学会発表〕(計5件)

矢田部龍一、ネトラ・バンダリ、2015ネパール・ゴルカ地震による道路沿いの斜面災害の特徴、2015年ネパール地震と詩人災害に関する総合調査最終報告会、2016年3月16日、東京大学(東京都文京区)

Takeyuki Okubo, Do Won Kim, Importance of historic elements as courtyards, narrow paths and water places for rehabilitation towards safe and historical environment in Kathmandu. A Workshop Series on the Post-Earthquake Recovery of Cultural Heritage in Nepal, 2016年2月26日、Department of Archaeology (カトマンズ・ネパール)

八木浩司、若井明彦、檜垣大助、山崎新太郎、2015年ネパール・ゴルカ地震にともなうランタン谷での氷河崩壊・岩盤崩壊について、2015年東北地域災害研究会、2016年1月8日～9日、杉妻会館(福島県福島市)

檜垣大助、ネパール・ゴルカ地震の災害報告、(公社)日本地すべり学会 最近の地すべり・土石流災害調査報告会、2015年11月27日、一ツ橋大学講堂(東京都国立市)

上石勲、和泉薫、河島克久、山口悟、ネパール地震で誘発された雪崩 - 序報 -、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月27日、幕張メッセ(千葉県千葉市)

〔図書〕(計1件)

大窪健之、日本地震工学会誌 26、世界遺産の歴史的旧市街における被災状況、2015、200

〔産業財産権〕

出願状況(計0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0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〕  
ホームページ等

## 10. 研究組織

### (1) 研究代表者

矢田部 龍一 (YATABE, Ryuichi)  
愛媛大学・大学院理工学研究科・教授  
研究者番号：70127918

### (2) 研究分担者

福岡 浩 (FUKUOKA, Hiroshi)  
新潟大学・災害・復興科学研究所・教授  
研究者番号：40252522

檜垣 大助 (HIGAKI, Daisume)  
弘前大学・農学生命科学部・教授  
研究者番号：10302019

N. P. Bhandary (N. P. Bhandary)  
愛媛大学・社会共創学部・准教授  
研究者番号：103632514

長谷川 修一 (HASEGAWA, Shuichi)  
香川大学・工学部・教授  
研究者番号：00325317

上石 勲 (KAMIISHI, Isao)  
国立研究開発法人防災科学技術研究所・観測予測領域雪氷防災研究センター・その他  
研究者番号：60455251

和泉 薫 (IZUMI, Kaoru)  
新潟大学・災害・復興科学研究所・教授  
研究者番号：50114997

佐藤 比呂志 (SATO, Hiroshi)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：00183385

高井 伸雄 (TAKAI, Nobuo)  
北海道大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授  
研究者番号：10281792

熊原 康博 (KUMAHARA, Yasuo)  
広島大学・教育学研究科(研究院)・准教授  
研究者番号：60379857

三尾 稔 (MIO Minoru)  
国立民俗学博物館・研究戦略センター・准教授  
研究者番号：50242029

高田 洋介 (TAKADA, Yosuke)  
公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構・人と防災未来センター・主任研究員  
研究者番号：80636324

竹内 泰 (TAKEUCHI, Yasushi)  
東北工業大学・工学部・准教授  
研究者番号：30553862

大窪 健之 (OKUBO Takeyuki)  
立命館大学・理工学部・教授  
研究者番号：10252470

南 真木人 (MINAMI, Makito)  
国立民族学博物館・研究戦略センター・准教授  
研究者番号：40239314

渥美 公秀 (ATSUMI, Tomohide)  
大阪大学・人間科学研究所・教授  
研究者番号：80260644

村上 ひとみ (MURAKAMI, Hitomi)  
山口大学・理工学研究科・准教授  
研究者番号：10201807

### (3) 連携研究者

八木 浩司 (YAGI, Hiroshi)  
山形大学・地域教育文化学部・教授  
研究者番号：40292403

野々村 敦子 (MOMOMURA, Atsuko)  
香川大学・工学部・准教授  
研究者番号：60363181

山口 悟 (YAMAGUCHI, Satoru)  
防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター・主任研究員  
研究者番号：70425510

河島 克久 ((KAWASHIMA, Katsuhisa)  
新潟大学・災害・復興科学研究所・准教授  
研究者番号：40377205

平田 直 (HIRATA, Nao)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：90156670

酒井 慎一 (SAKAI, Shinichi)  
東京大学・地震研究所・准教授  
研究者番号：00251455

蔵下 英司 (KURASHIMO, Eiji)  
東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：00302620

瀧澤 一起 (KOKETSU, Kazuki)

東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：90134634

重藤 迪子 (SHIGEFUJI, Michiko)  
北海道大学大学院・理学研究員・博士研究員  
研究者番号：90708463

石山 達也 (ISHIYAMA, Tatsuya)  
東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：90356452

松多 信尚 (MATSUTA, Nobuhisa)  
岡山大学・教育学研究科・准教授  
研究者番号：40578697

廣内 大助 (HIROUCHI, Daisuke)  
信州大学・教育学部・教授  
教育者番号：50424916