

2015 年ネパールゴルカ地震によるランドスライドの発生分布と地形的特性 Distribution of landslides induced by the Nepal Gorkha Earthquake in 2015 and their geomorphological characteristics

○檜垣大助・鄒青穎・加藤京樹・八木浩司・林一成

○Daisuke HIGAKI, Chin-Ying TSOU, Hiroki KATO, Hiroshi YAGI, and Kazunori HAYASHI

Distribution of landslides induced by the Nepal Gorkha Earthquake in 2015 are interpreted on the archived satellite images. More than 13 thousand of shallow disrupted landslides have been detected whereas deep-seated coherent landslides are rare. They are concentrated along the steep slopes of inner valleys incising large-relief terrains near the boundary between the Great Himalaya and the Lesser Himalaya. This geomorphological setting is thought to be formed by both crustal up-lifting and active down-cutting erosion. Landslides are also distributed on the head scarps of old landslide and in-facing slopes which has been formed due to rock strata and geological structure of the slopes. Less occurrences of deep-seated coherent landslides might be caused by less antecedent precipitation at the earthquake in latest dry season. These could be the important factors for susceptibility mapping of earthquake-induced landslide occurrences.

1. はじめに

2015 年 4 月 25 日にネパールゴルカ地震 (Mw7.8) が発生した。また、5 月 12 日にはその最大余震とされるドラカ地震 (Mw7.3) が発生した (USGS, 2015)。その結果、ネパール中部の山間地で 9000 人に及ぶ犠牲者を出す甚大な被害が発生し、多数の斜面変動による災害も生じた (Kargel et al., 2015)。ヒンズークシ-ヒマラヤ地域では、地震で多数の斜面災害が起こってきている (例えば、Sato et al, 2007)。本報告では、今後の復興と地震による崩壊危険地域評価手法の確立に向けて、この地震による崩壊の分布とその地形的特徴について述べる。

2. 調査方法

この地震の断層破壊域は、高標高で氷河侵食も受けた高ヒマラヤ、その南の海拔およそ 3000m 以下の比較的緩傾斜域が多い低ヒマラヤにわたるが、事前判読から低ヒマラヤ北部以北が主な崩壊発生域となっている。そこで、図-1 の範囲で、本震と最大余震震央間の 7800km² の範囲に公開されている地震前・後の Google Earth 上の衛星画像を用い、地震による新規崩壊及び地震前から存在した崩壊地の拡大発生箇所を把握した。そして、ASTER G-DEM と AW3D-DEM を用い、発生箇所周辺の遷急線や谷中谷、受盤斜面などの地形条件を解析した。また、集中発生域 (ブディガンダキ、トリスリ、ボ

テコシ各河川流域)において結果の確認を行った。

3. 崩壊の分布と特徴

判読範囲内で、13097 箇所の新規発生と、750 箇所の拡大既存崩壊を認めた (図-1)。これらの崩壊では、深層すべりは稀でほとんどは表層崩壊であった。総崩壊面積は 5400ha、崩壊面積率は 0.7%、発生域の一個当たり平均崩壊面積は 0.4 ha であった。新規崩壊の面積分布では、0.1ha 以下が全体の 55%を占めている。1ha 以下では 92%となり、ほとんどが 1ha 以下の比較的規模の小さい崩壊発生であった (図-2)。

崩壊の発生の分布は明らかに偏りを持ち、河川沿いの谷中谷や段丘崖の急斜面、受け盤斜面の稜線

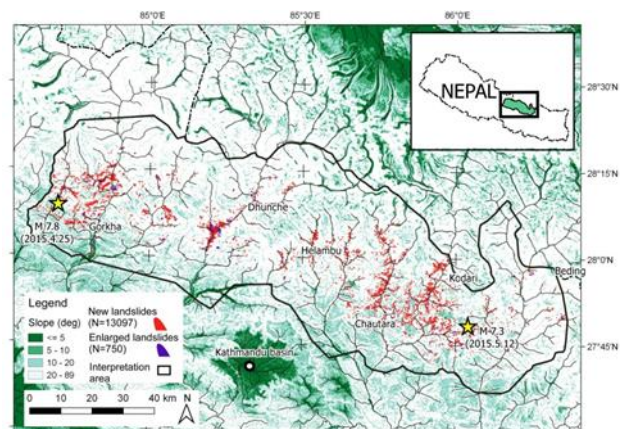


図-1 2015 年ネパールゴルカ地震による崩壊分布図

付近の凸型斜面に特に多く発生した(図-1)。ゴルカ地震による崩壊は、高ヒマラヤへ向かって起伏量が急激に大きくなる地域に多発し、地質構造及び谷中谷や段丘を形成するような急激な隆起と河川侵食による地形の形成に強く支配されていたと考えられる。また、地すべり地形の滑落崖や受盤斜面での崩壊発生など、珪質岩と千枚岩質の互層構造や片麻岩など延性度に差がある地質特性による地すべり地形や流盤・受盤構造の存在も崩壊発生の要因となっている可能性がある。

今回、地震発生が乾季の終盤に近い時期であったため、先行降雨も少なかった(Yatagai and Chigata, 2016)。これが地すべり発生が少なかった原因の可能性もある。また、地震で崩壊した斜面での降雨による影響をみるため、トリスリ川沿いで地震による崩壊が集中した範囲で雨季直後の同年10月の崩壊発生状況と比較した。その結果、崩壊地の拡大10例、新規崩壊4例、崩壊地からの土石流発生が1例と発生数は少なかった。その中で、遷急線付近から発生していた崩壊地が、背後の未固結堆積物の厚い山腹の緩斜面で頭部拡大する事例が幾つかあり、地下水の供給されやすい場所での拡大が推定される。

4. まとめと地震によるランドスライド危険箇所抽出への課題

公開衛星画像の判読から、2015年のネパールゴルカ地震では、ネパール山間部で1万数千箇所を超える崩壊が発生したことが分かった。そのほとんどは表層崩壊で地すべりは稀であった。これらの崩壊発生は、分布からみてヒマラヤ山脈の隆起・侵食による河川沿いの斜面地形発達が強く関係している。また、それと地質構造の組み合わせによる受盤斜面や地すべり地形も関係している。

地震が乾季終盤に近い時期に起こったため地すべりが少なかった可能性があるが、一方で、地震後の雨季に、地下水の供給されやすい地形条件で崩壊の拡大が見られた。

ゴルカ地震によるネパールにおける崩壊集中域では、斜面比高の大きく急傾斜の所が多く、発生域の規模が小さくても崩壊地下部で土砂量が増大しやすいので、ランドスライドによる直接被害の拡大や河川下流への洪水・土砂災害の危険増大に繋がる。今後、上記のような地形・地質的要因や降雨の影響も考慮して地震によるランドスライド発生危険箇所評価手法を検討していく必要がある。

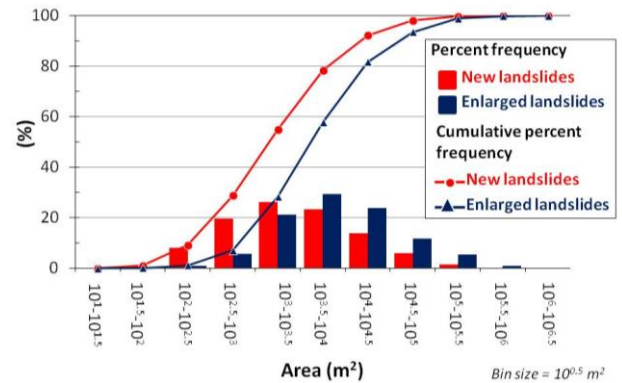


図-2 崩壊の面積分布

参考文献

- 1) Sato, H. P., Hasegawa, H., Fujiwara, S., Tobita, M., Koarai, M., Une, H. (2007). Interpretation of landslide distribution triggered by the 2005 Northern Pakistan earthquake using SPOT 5 imagery. *Landslides*, 4(2), 113-122.
- 2) Kargel, J. S., Leonard, G. J., Shugar, D. H., Haritashya, U. K., Bevington, A., Fielding, E. J. (2015). Geomorphic and geologic controls of geohazards induced by Nepal's 2015 Gorkha earthquake. *Science*.
- 3) USGS, 2015, Magnitude in Nepal & aftershocks (Available at https://www2.usgs.gov/blogs/features/usgs_top_story/magnitude-7-8-earthquake-in-nepal/)
- 4) Yatagai, A., Tsou C., 2016, Antecedent and subsequent rainfall influence on landslides, Final Report of the Japan-Nepal Urgent Collaborative Projects regarding the April 2015 Nepal earthquake within the J-RAPID Program

