

## 2015年ゴルカ地震による斜面崩壊の発生場条件- ネパールゴルカ地域 Geomorphological characteristics of landslides induced by the 2015 Gorkha Earthquake-a case of Gorkha, Nepal

○檜垣大助・加藤京樹・鄒青穎

○Daisuke HIGAKI, Hiroki KATO, Chin-in TSOU

Geomorphological setting of shallow landslide occurrences caused by the 2015 Gorkha Earthquake are studied based on mapping from the archived satellite images. Frequency distribution of the earthquake-induced landslides in relation to altitude zones and slope gradient in the Gorkha area and the area along Trisuli River indicates that steep side slopes of the inner-valley and ridge slopes are common susceptible slopes in both areas. Landslides hardly occurred on relatively gentle slopes less than 40 degrees which are widely distributed in both areas, as the earthquake was in dry season.

### 1. はじめに

2015年4月に発生したネパールゴルカ地震(Mw7.8)では、震源断層域を中心に多数のランドスライドが発生し、そのほとんどは浅層崩壊であった(檜垣ほか, 2015)。今後の地震による崩壊発生危険箇所把握手法検討のため、ランドスライド多発域として、昨年度のネパール中部トリスリ川流域に引き続き、西隣で震央周辺にあるゴルカ-ダディン郡地域(以下ゴルカ地域と呼ぶ)の崩壊発生個所の地形条件を調べた。

### 2. 調査方法

地震前後のGoogle earth上の衛星画像の判読から抽出した新規崩壊・拡大崩壊箇所を、ArcGIS10.2を用いてポリゴンデータ化し、ASTER G-DEM(30m)とAW3D-DEM(5m)による地形条件の解析を行い、現地調査で崩壊の特徴・地質条件を調べた。その結果について、昨年度対象としたトリスリ川流域の結果(Tsou et al, 2018)と比較した。

### 3. 崩壊の分布と地形特性

対象とした2地域は、東西に延びる低ヒマラヤ帯と高ヒマラヤ帯の地質境界をなすMCT(主中央衝上断層)の両側にまたがる地域で、面積824km<sup>2</sup>、標高420-4300mで1419か所の地震による崩壊が認められた。一方、比較対象としたトリスリ川地域の範囲は、面積470km<sup>2</sup>、標高560-4040mで543か所の崩壊が見られた。

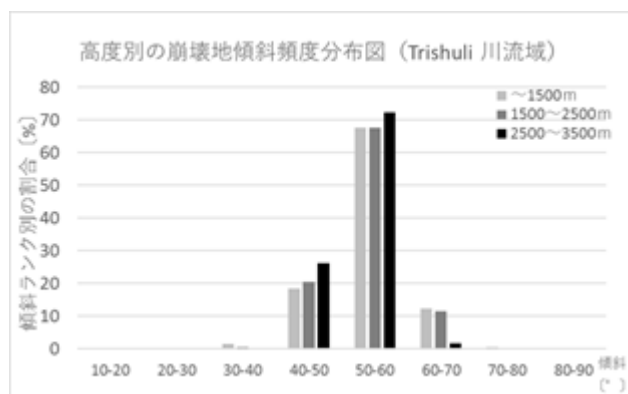
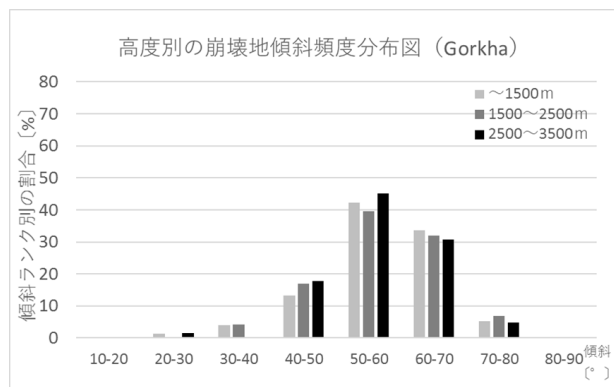


図-1 高度別の崩壊地の傾斜頻度分布図(上:ゴルカ地域、下:トリスリ川地域)

局所条件に影響されるごく小規模な崩壊を除き、解析対象は1000m<sup>2</sup>以上の地震による崩壊とした。両地域で、標高約500m-1500m, 1500-2500m, 2500-3500mの高度帯別にどの傾斜で崩壊が多く発生しているかを、傾斜ランク別の崩壊発生総面積でみた(図-1)。その結果、どの高度帯でも

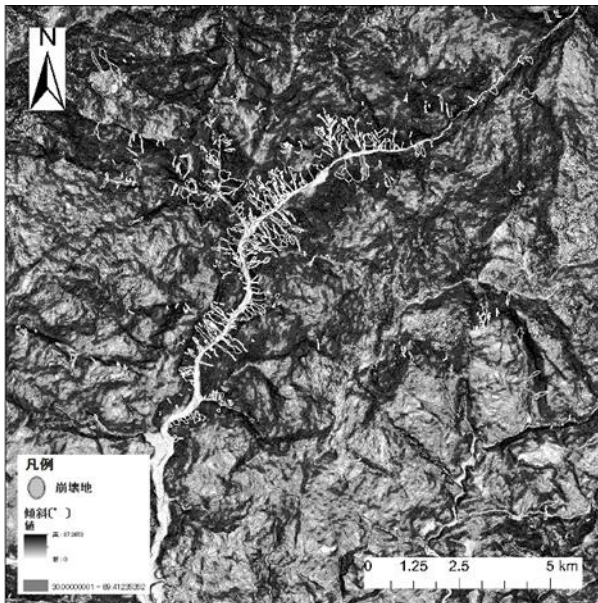
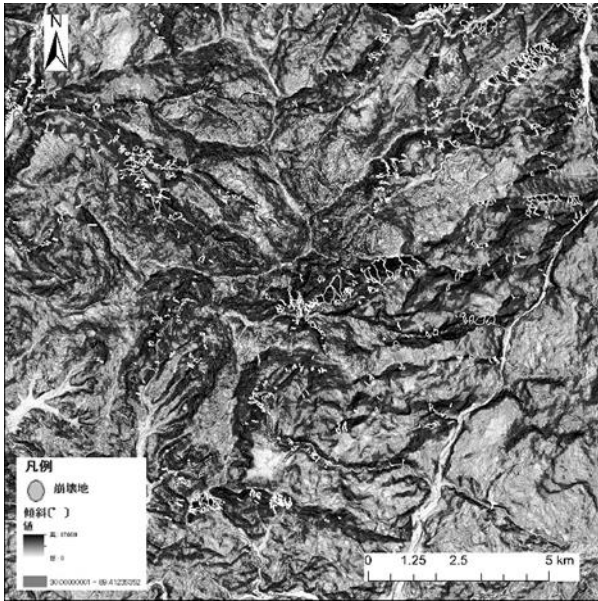


図-2 傾斜と崩壊の分布図（上：ゴルカ地域、下：トリスリ川地域）

50-60° の斜面での発生割合が他高度帯に比べ多い。その中で、トリスリ川流域では、標高 1500m 以下での傾斜 40-60° で発生の約 45% を占める。一方、ゴルカ地域では、どの高度帯でも 60° 以上の著しい急斜面でトリスリ川流域に比べ発生が多い。

AW3D-DEM と ASTER-DEM 30m から作成した斜度図上で崩壊地の分布を見ると、ゴルカ地域では稜線直下と谷壁下部で崩壊が多い。一方、トリスリ川流域では、谷に沿った急斜面をなす谷中谷で崩壊が集中している（図-2）。これらの斜面が崩壊しやすい場所として傾斜ランクと高度帯に表れている。

両地区で、高度帯別の斜面の占める割合と崩壊面積の占める割合をみると（図-3）、ゴルカ地域で

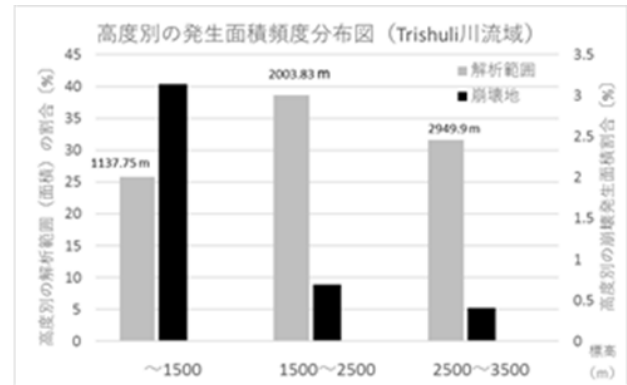
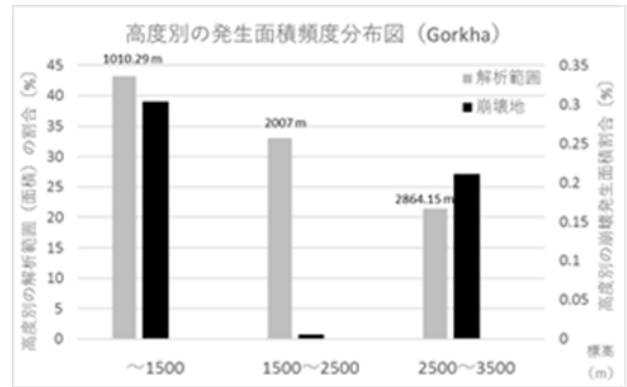


図-3 高度別の崩壊発生面積頻度（上：ゴルカ、下：トリスリ川地域）

は 1500-2500m 帯で崩壊が極端に少なく、2500-3500m での崩壊面積が大きい。一方、トリスリ川流域では約 500-1500m に崩壊が特に多い。これは、前述の谷中谷斜面での崩壊を表している。図-2 から、ゴルカ地域では、発生数が多いのに加え、崩壊地が尾根肩沿いに横に広がりやすいことも関係しているらしい。また、1500-2500m の高度帯でその高度の占有面積が大きい割に崩壊の少ないのは、開析の進んでいない相対的に緩傾斜 (20-40°) 斜面にあるためであろう。

#### 4. 地震による崩壊発生場の地形条件

以上、大まかな地質帯区分や地形特性で類似する地域でも、地震による崩壊発生場の地形条件は異なっている。崩壊分布からは、その中で共通して重力的に不安定な谷中谷の急斜面、地震動の増幅の可能性のある急な山腹斜面に接する尾根斜面は崩壊発生危険斜面といえる。崩壊の起こりにくい開析の進んでいない相対的緩傾斜面は、形成に地すべりが関係しているとされ、乾季の地震ではランドスライドが発生しにくいと考えられる。檜垣ほか(2015):地すべり学会誌 52-4, 43-46. Tsou, et al(2018):Landslides DOI 10.1007/s10346-017-0913-9