

チベット高原南縁(ヒマラヤ)と東縁(眠山山脈)で起こっている山地の解体

千木良雅弘

京都大学防災研究所

はじめに

インドプレートとユーラシアプレートとの衝突によって、チベット高原の南縁であるヒマラヤと東縁である眠山山脈は、急激に隆起しており、これらの山脈は隆起と侵食とマスマーブメントの場となっている。従来、テクトニクス、侵食、マスマーブメントに関する研究は両地域で数多くなされてきたが、地質構造も考慮してこれらを結びつけた研究は非常に少なかった。私たちは、両地域において、2.5m 解像度の衛星画像 (PRISM 画像)、ALOS AW3D の数値地形データ (5mDEM) を用いて、現地調査を行ってきた。調査地域は、ヒマラヤではカリガンダキ川流域、眠山山脈では眠江流域であり、これらの地域において河川侵食に対する山地斜面の応答でもある重力による山体の変形と地すべり・斜面崩壊について調査した。その結果、両地域ともに、河川侵食による遷急点の上流への波及と谷壁斜面の下部切断とが斜面の不安定化を引き起こしていることが明らかになってきた。

ネパールヒマラヤ

カリガンダキ川は、チベット高原からヒマラヤを横断してインドに流れ下る大河川であり、アンナプルナ(8091m)とダウラギリ(8167m)の間を流れる世界一深い谷を形作っている(図 1)。カリガンダキ川流域では、Kalopani と Talbagar とに明瞭な遷急点が存在する(Chigira et al., 2019)。Kalopani の遷急点は、流域で最大の天然ダムに位置している。この地すべりは、4100 年前に発生したと推定されており (Zech et al., 2009)、我々の調査によれば、発生前に calc gneiss が座屈変形していたと推定される。ここは、氷河に侵食された地域の端に位置しており、この斜面はおそらく下部を氷河に侵食されていた。この地すべりの下流には4つの巨大な地すべりがあり、最も上流のものは Talbagar 地すべりである。これは、顕著な遷急点の下流側左岸に位置している(図 2)。この遷急点は、下流から上流に遡及しており、河床から 200 から 400m 高い位置に斜面の遷急線を形成した。これら4つの地すべりは、遷急線の形成によって下部切断された斜面に生じており、Talbagar 以外の3つの地すべりは事前にトップリング変形していたことがわかった。

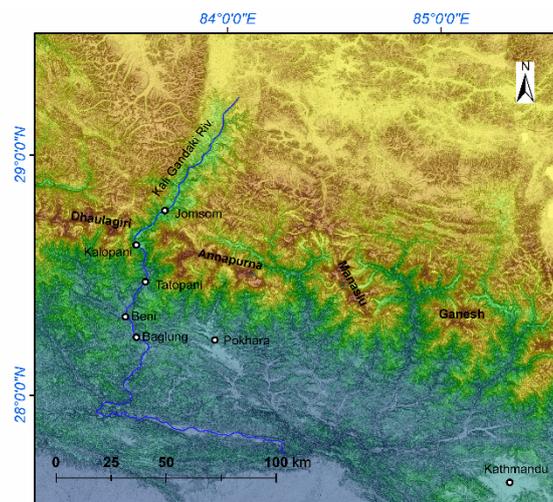


図1 カリガンダキ川周辺の地形



図2 Talbagar の遷急点

眠江

眠江には、2008年のブン川地震を引き起こした龍門山断層よりも上流側に2つの明瞭な遷急点が存在する(図3)。この遷急点の上流への遡及と谷中谷の形成が、河川と地質構造との幾何学的関係を反映した斜面の不安定化を引き起こしている(Zhao et al., 2019)。地質構造方向が河川方向と直交あるいは大きく斜交している場合には、地すべりは一般的に起こらないが、局所的な構造的欠陥を反映して、巨大な崩壊が発生していた。これらは層理面と節理による楔が眠江に向かって傾斜している場合と、谷方向にプランジする軸を持つ閉じた褶曲であった。眠江で最大のDiexiの崩壊は、遷急点の遡上によって引き起こされた楔型崩壊であった(図4)。地質構造方向が河川方向にほぼ平行な場合には、地層の座屈あるいはトップリングが一般的に生じていた。

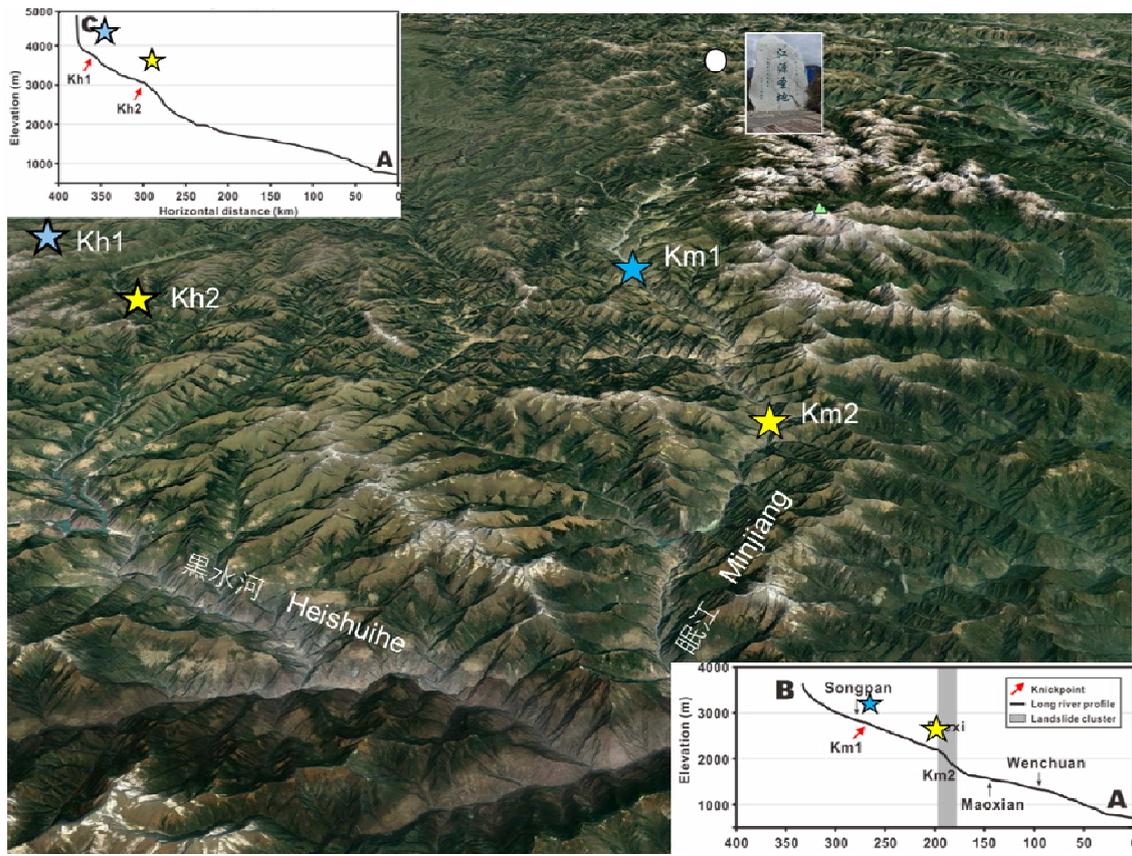


図3 眠江流域の地形と2河川の河川縦断図（左上は黒水河，右下は眠江）



図4 眠江沿いの Diexi およびその下流に連なる大規模崩壊。

おわりに

このように、ヒマラヤにおいても眠山山脈においても、隆起に伴って河川に遷急点が形成され、それが上流に波及して山地斜面が不安定化していくことがわかった。そして、この不安定化の様式は、地質構造に対して河川がどの方向に切り込んでいくかによって大きく異なることがわかってきた。これは、おそらく、他の造山帯においても言えることである。このような河川の浸食に対する斜面の応答の一つが巨大な深層崩壊である。

謝辞： 本報告の研究調査は、西南交通大学の巫賜勇教授、四川大学の趙思遠、弘前大学の鄒青穎の各氏とともに行ってきたものである。

引用文献：

- Chigira, M., Tsou, C.Y. & Higaki, D. 2019. Gigantic landslides aligned along the Kaligandaki River, Nepal Himalaya. *Geophysical Research Abstracts (European Geosciences Union)*, **21**, EGU2019-2738.
- Zech, R., Zech, M., Kubik, P.W. & Kharki, K. 2009. Deglaciation and landscape history around Annapurna, Nepal, based on ¹⁰Be surface exposure dating. *Quaternary Science Reviews*, **28**, 1106-1118.
- Zhao, S., Chigira, M. & Wu, X. 2019. Gigantic rockslides induced by fluvial incision in the Diexi area along the eastern margin of the Tibetan Plateau. *Geomorphology*, **338**, 27-42, doi: 10.1016/j.geomorph.2019.04.008.