

P-7 ネパールヒマラヤの地質と自然災害の野外研修コース Field study courses of geology and natural hazards in Nepal Himalaya

○ダハール・ランジャン・K. (香川大学大学院工学研究科)

吉田勝 (ゴンドワナ地質環境研究所)

Ranjan Kumar DAHAL and Masaru YOSHIDA

ネパールのほぼ中央部、ポカラの町の北にアンナプルナとダウラギリという2つの8000米峰がある。この両峯の間を穿つ世界一深いカリガンダキ河に沿って歩くと、美しい山と溪谷、見事な地質、地形、気候、植物相がドラマティックに変化する。カリガンダキ河は、自然の美しさのエッセンスと、魅力的な地質と地形を観察できる地球上最高のトレッキングルートである。本発表は、これまでの私達の調査研究^{1)~5), 7)~14)}に基づき、この地域の広域的地質を示すと共に、トレッキングルートに沿って地質と自然災害状況の特徴と野外状況を示す。また、一般向けに編集・発行した研修ガイドブック¹¹⁾を紹介する。

このルートは南から北に向かって低ヒマラヤ帯(低ヒマラヤ変堆積岩類)、高ヒマラヤ帯(高ヒマラヤ片麻岩類)、チベットヒマラヤ帯(テチス層群)と、地形、地質帯が変化し(図1)、各帯の典型的な地形と地質、さらには植生や気候帯の変化を観察できる。岩石崩落、斜面崩壊(狭義)、地すべり、土石流などの自然災害はいたるところで見られるが、上記の地形・地質帯により、特徴がある。

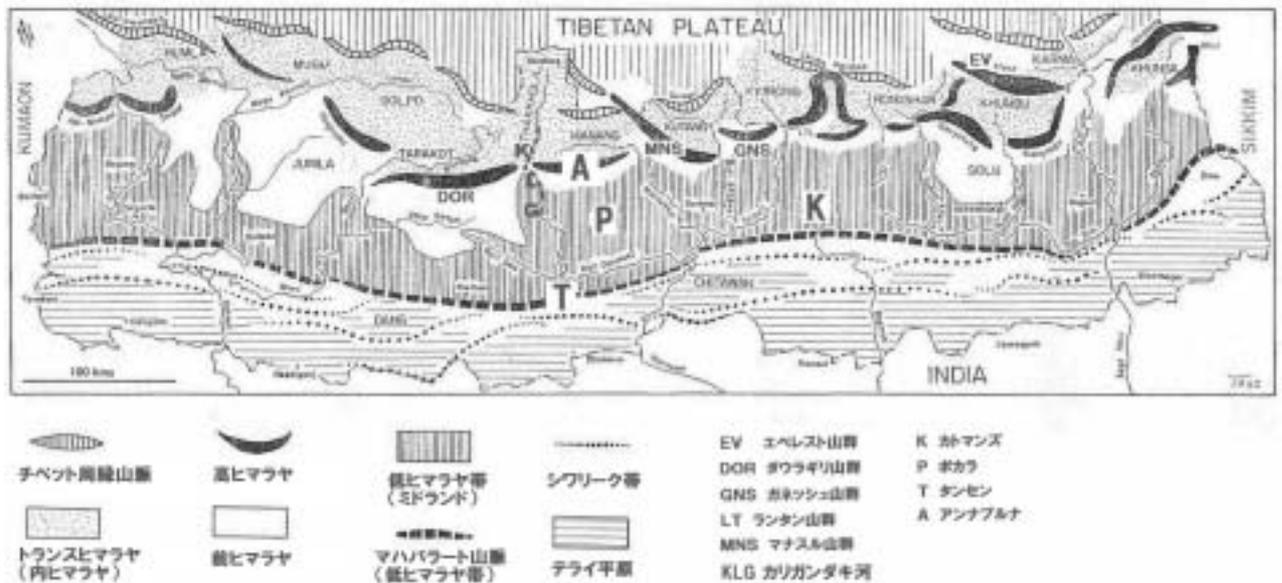


図1 ネパールヒマラヤの地形区分⁶⁾

カリガンダキ河(図中のKLGで、AとDORの間)に沿う研修ルートを破線で示した。

低ヒマラヤ帯は雨量が多く、地質的には微細な節理に富み、比較的柔らかく風化、粘土化しやすい泥岩層と、対照的に堅硬な珪岩、火成岩が混在しており、河川にそってしばしば極端に急傾斜



図2 低ヒマラヤ帯珪岩層と懸垂段丘堆積物の危険な崖

で巨大な崖が発達する（図2）。ここでは岩石崩落、斜面崩壊と土石流災害が顕著である。高ヒマラヤ帯は均質的に堅硬な花崗岩類と片麻岩類から成り、斜面の安定性はよいが、第四紀の山地上昇が最も大きく、ヒマラヤ主峰が両岸に聳える一方でカリガンダキ側の河川浸食が進み、そのため谷の両岸は平均的に著しく急傾斜であり、崖錐堆積物がよく発達する。さらに巨大なモレーンや河岸段丘の発達も著しい。これらのために、とくにやわらかく、侵食に弱い新しい堆積物が大きな斜面崩壊を随所で起こしている（図3）。さらに、本流河川の側方浸食により、小規模な斜面崩壊がテラスに発生し、直接的に人家の脅威となっている。一方、比較的雨量の多い南部では、とくに急傾斜の稜線地域から発生する土石流と、河川中流で河川の両岸斜面で発生する土石流が扇状地堆積物としてカリガンダキ河本流まで多量に押し寄せてきており、災害となっている。テチスヒマラヤ帯は雨量が極端に少ないことと、稜線の高度が小さくなる。一方河川高度が増加しているため、平均的な山腹の傾斜は比較的ゆるく、巨大な斜面崩壊や土石流は認められない。しかしこの地帯では、しばしば膨大な氷河河川堆積物及び湖成堆積物が段丘や懸垂段丘を構成しており、これらが河床近くで垂直を越す極端に急な崖を作り、岩石崩落と斜面崩壊の原因となっている（図4）。また、粘土質の氷河堆積物を主体とする地域では、著しく低速度の広域地すべりも認められる。



図3 崩壊幅約1km、高度差約400mの巨大な斜面崩壊。氷河性堆積物を主とする高位段丘斜面。

研修ガイドブックは、地質学教室の教員8人により、延べ200人日に及ぶ4回の現地野外調査を踏まえ、共同執筆された。ヒマラヤは地球上で最も高く、若く、活動的な山脈で、生きている地球の自然を学ぶ理想的な野外教室である。それにも関わらず、世界のどこにも、一般を対象とするヒマラヤの地質と自然災害のガイドブックが無かった。我々

で巨大な崖が発達する（図2）。ここでは岩石崩落、斜面崩壊と土石流災害が顕著である。高ヒマラヤ帯は均質的に堅硬な花崗岩類と片麻岩類から成り、斜面の安定性はよいが、第四紀の山地上昇が最も大きく、ヒマラヤ主峰が両岸に聳える一方でカリガンダキ側の河川浸食が進み、そのため谷の両岸は平均的に著しく急傾斜であり、崖錐堆積物がよく発達する。さらに巨大なモレーンや河岸段丘の発達も著しい。これらのために、とくにやわらかく、侵食に弱い新しい堆積物が大きな斜面崩壊を随所で起こしている（図3）。さらに、本流河川の側方浸食により、小規模な斜面崩壊がテラスに発生し、直接的に人家の脅威となっている。一方、比較的雨量の多い南部では、とくに急傾斜の稜線地域から発生する土石流と、河川中流で河川の両岸斜面で発生する土石流が扇状地堆積物としてカリガンダキ河本流まで多量に押し寄せてきており、災害となっている。テチスヒマラヤ帯は雨量が極端に少ないことと、稜線の高度が小さくなる。一方河川高度が増加しているため、平均的な山腹の傾斜は比較的ゆるく、巨大な斜面崩壊や土石流は認められない。しかしこの地帯では、しばしば膨大な氷河河川堆積物及び湖成堆積物が段丘や懸垂段丘を構成しており、これらが河床近くで垂直を越す極端に急な崖を作り、岩石崩落と斜面崩壊の原因となっている（図4）。また、粘土質の氷河堆積物を主体とする地域では、著しく低速度の広域地すべりも認められる。



図 4 中位段丘面に広がるカグベニ村と背後のニルギリ峰。村はカリガンダキ河の側方侵食で危機に曝されている。

はネパールヒマラヤを横断する数ルートについて、研修ガイドブックシリーズを発行する計画であり、カリガンダキ河コースはその第1号である。ガイドブックはヒマラヤの新しい魅力を世界にアピールするとともに、ネパールヒマラヤの地質と自然災害の全貌を、ネパール研究者らの仕事を中心として明らかにしていくスタートになると期待される。シリーズNo. 1の研修ガイドブックは、変形A5版アート紙カラー全165ページで、ヒマラヤの生い立ち、地質、地形、気候などの解説から始まり、本の主要部分ではトレッキングルートの主な観察地点が、10万分の一前後の詳細な地形図(図5, 6)と多数のカラー写真や図を添えて説明されている。巻末には文献リストや用語集などがまとめられている。

形、気候などの解説から始まり、本の主要部分ではトレッキングルートの主な観察地点が、10万分の一前後の詳細な地形図(図5, 6)と多数のカラー写真や図を添えて説明されている。巻末には文献リストや用語集などがまとめられている。

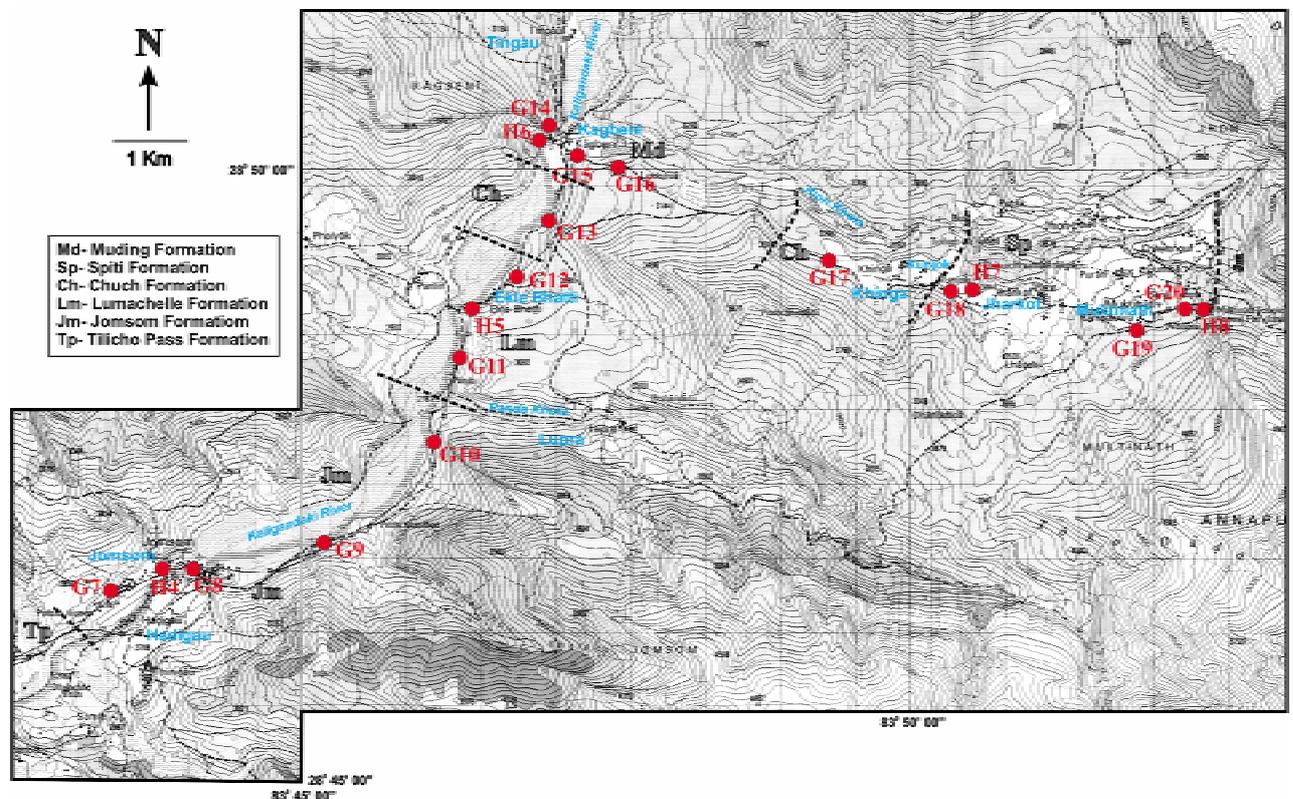


図 5 カリガンダキ河上流部の地形見学地点分布。地質はGナンバー、自然災害はHナンバーで示されている。地形図は HMG Nepal Survey Department による。

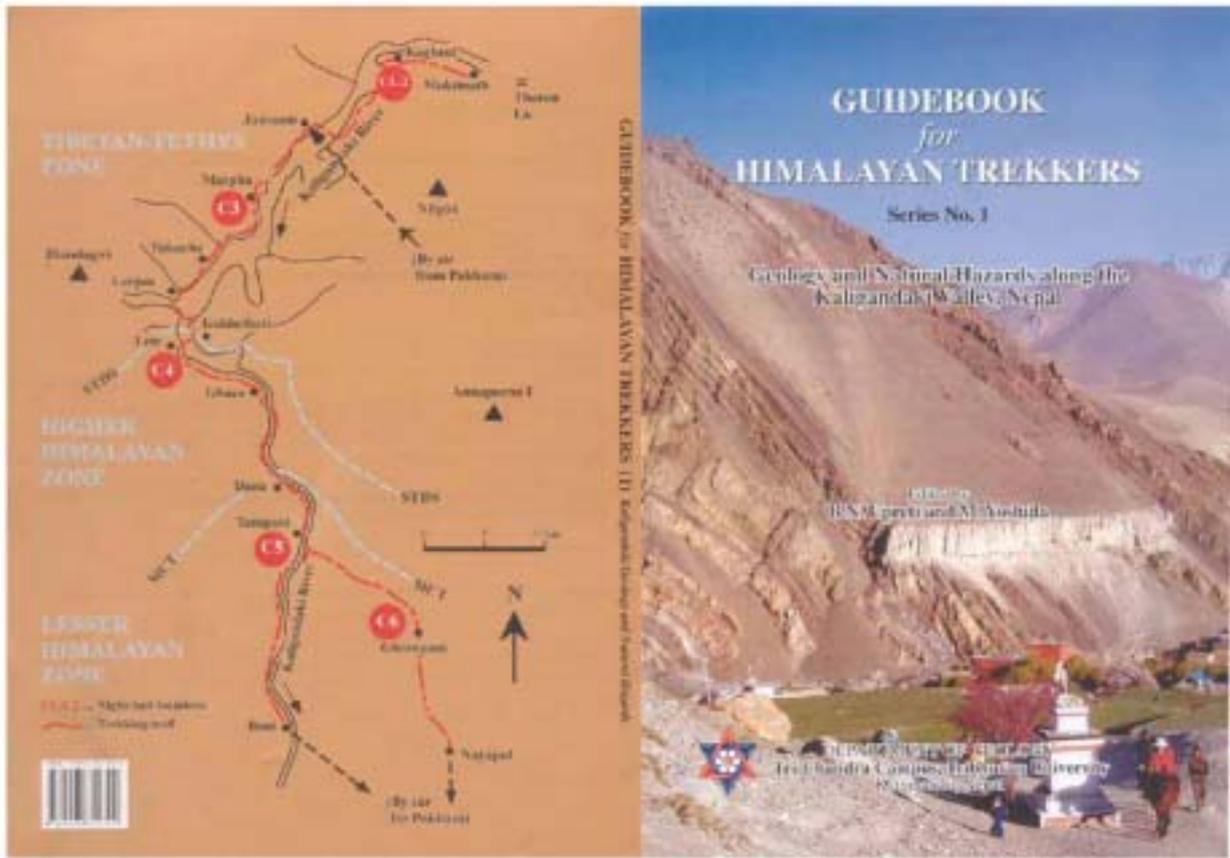


図 6 ガイドブックの表と裏表紙。表（右）はカリガンダキ河上流地域（チベットヒマラヤ）の代表的な風景と見事な地質。裏表紙（左）は研修ルートと旅行日程サンプルが示されている。

引用文献

- 1) Bhattarai, T.N. et al., 2005, Special Publ.2, Dept. Geol., Trichandra Campus, Tribhuvan Univ., 69-78.
- 2) Dahal, R.K. et al., 2005, Abstract, Shikoku Branch Meeting of the Geol. Soc. Japan.
- 3) Dahal R.K. et al., 2006, Abstract, 21 HKT, J. Asian Earth Sci., 26, 132.
- 4) Dahal, R.K., Yoshida, M., 2006, Abstract, Geol. Soc. of Japan, Kochi.
- 5) Dhakal, S., et al., 2005, Special Publ.2, Dept. Geol., Trichandra Campus, Tribhuvan Univ., 79-82.
- 6) Hagen, T., 1969, Zurich Memoires de la soc. Helvetique des sci. naturelles, v. 186, 1-185.
- 7) Rai, S.M., et al., 2005, Special Publ. 2, Department of Geology, Trichandra Campus, Tribhuvan Univ., 43-56.7)
- 8) Rai S.M. et al., 2006, Abstract, 21HKT, J. Asian Earth Sci., 26, 165.
- 9) Ulak, P.D., et al., 2005, Special Publ.2, Dept. Geol., Trichandra Campus, Tribhuvan Univ., 57-63.
- 10) Upreti, B.N., 2005, Special Publ.2, Dept. Geol., Trichandra Campus, Tribhuvan Univ., 9-24.
- 11) Upreti, B.N. and Yoshida, M. (Eds), 2005, Guidebook for Himalayan Trekkers, Ser. No.1, Geology and Natural Hazards along the Kaligandaki Valley, Nepal. Special Pub. No.1, Department of Geology, Trichandra Campus, Tribhuvan University, Kathmandu, 165 pages.
- 12) Yoshida, M. et al., 2004, Abstract, 19th Himalaya-Karakoram-Tibet Workshop (HKT19).
- 13) Yoshida, M. et al. (Eds), 2005a, Natural Disaster Mitigation and Issues on Technology Transfer in South and Southeast Asia – Proceedings of the JICA Regional Seminar, Kathmandu 2004. Sp. Pub. No. 2, Department of Geology, Trichandra Campus, Tribhuvan University, Kathmandu, 197 pages.
- 14) Yoshida, M. et al., 2005b, Abstract, Geologie Alpine, Mem. H.S. 44, Science de la Terra, p. 198.