

国際応用地質学会第 11 回アジア地域会議と ヒマラヤ山麓の地質環境

小松原 琢¹⁾

1. はじめに

国際応用地質学会アジア地域会議 (IEAG-ARC) は、毎奇数年にアジアで開催されている応用地質学の国際会議です。2017 年にはネパール・カトマンズで 11 月 28 日から 11 月 30 日に開催されました。2017 年カトマンズ大会の副題は、「防災にかかわる応用地質 (Engineering Geology for Geo-disaster Management)」でした。この問題に関心があり、かつ四半世紀余りにネパールを訪ねヒマラヤの自然と人に愛を感じていた筆者は、会議の予定を聞くと矢も盾もたまらなく参加したくなり、早速参加を申し込みました。

ここでは会議に参加して感じたこと、巡検で知った地震からの復興やヒマラヤ山麓の地質環境、四半世紀前とは様変わりしたことなど、思いつくままに書いてみます。

2. アジア地域会議について

ご存知のように、アジアはユーラシア大陸とその周辺の広い地域を占め、多様な自然環境をもつ地域です。また、アジアは、ロシアや西アジアなど一部を除いて、地下資源に恵まれない一方、人口稠密な都市や農村を自然災害が直撃する危険性の高い地域でもあります。このような環境のため、アジア諸国における応用地質家の社会的責任は他の大陸以上に重く、シビアに責任を問われるという、共通課題を抱えています。

国際応用地質学会アジア地域会議 (International Association for Engineering Geology Asian Regional Conference) は、1992 年の IGC (国際地質学会議) 京都大会において開催が呼びかけられ、1997 年に東京で最初に会議が開催されて以降、アジア諸国の持ち回りで 2 年おきに開催されています。アジア地域会議と銘打っていますが、例会にはアジア以外にも多くの技術者・研究者が参加します。2017 年カトマンズ大会 (IEAG-ARC11) ではヨーロッパ諸国や南北アメリカ大陸諸国、オセアニア諸国および南アフリカからも参



写真1 カトマンズを代表する5つ星ホテル「ホテル・ヤク・アンド・イエティ」で開催された IAEG-ARC11。

加者があり、実質的には世界大会に近い会議でした。カトマンズでは 2005 年以来 12 年ぶり 2 回目の開催となりましたが、これまでの会議参加者を大きく上回る 307 名の参加者が集まる盛大な大会となりました。ネパール地質学会や鉱山地質局のみならずネパール政府の国を挙げての後援もあり、大会初日のレセプションでは大統領の挨拶もありました。自然災害の多い国であることを考慮しても、関心の高さは破格と言えましょう (写真 1)。

3. 会議の内容

肝心の会議ですが、研究発表件数は、基調講演・ポスター発表・口頭発表あわせて 235 件に達しました。世界で最も起伏の大きな山岳国で開かれるという会議のためか、斜面変動に関する発表が約 100 件と非常に多いことが印象に残りました。また、2015 年のネパール・ゴルカ地震 (Mw=7.8) で大きな被害を受けたことから、地震に関連する発表を期待していましたが、地震関連の発表は全部で 40 件程度でした。その中では地震に伴う斜面変動 (Earthquake Induced Landslide) に係るものが約半数の 20 件を占め、変動帯の国々を中心として応用地質家が地震災害対策に貢献できる領域で底力を見せようとしている

1) 産総研地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：応用地質学会、災害対策、ネパール、国際会議、地質環境、ヒマラヤ

ことをうかがい知ることができました。一方、地震工学に関する発表は少なく、台湾や日本などのように地震観測網が整備された国と、そうでない国の間で地震対策に向けた技術的取り組みの姿勢に大きな違いがあることを感じました。

筆者の主たる関心は、地すべりのような外作用と地震のような内作用の複合現象で、このため斜面変動や地震に関する講演を追って会場を歩き回りました。しかしこれとは別に、筆者には、この国際会議で大きな収穫を得ました。それは、ネパールを含むアジアの多くの国の応用地質家が直面している課題を認識できたことです。たとえばこの会議では水力発電所の防災に関して 1 セッションが設けられ、活発な討論が行われていました。後に伺ったところ、ネパールの民間地質調査会社の仕事は、現在のところもっぱら発電所と道路の防災に限られているとのこと。発電所と道路が重要な社会インフラであることは間違いのない事実ですが、それ以外の仕事はほぼない、とのことでした。将来は農村地域や山林・雪氷地域も含めたトータルな国土のマネジメントを行いたいのですが・・・と夢を語る地質家の目を見つつ、その夢が近い将来実現することを願わずにはいられませんでした。ネパールにおける国土のマネジメントという点では、大学(国立トリブヴァン大学: Tribhuvan University)、鉱山地質局 Department of Mines and Geology)、灌漑省 (Ministry of Irrigation) が中心となってハザードマップを作成しつつあることが理解できました。しかしながら、基礎的な地形区分や地質に関する情報が不足したまま岩盤の節理系解析とハザードリスクを結び付けたり、GIS 分析に偏ったりする研究が少なくなく、技術協力の余地があるのかな、と思った次第です。

4. 2015 年ネパール・ゴルカ地震の影響

筆者は、会議の開催前後の巡検に参加し、ゴルカ地震の傷跡やヒマラヤ山麓の中間山地(ミッドランド: Midland)の環境地質について知見を得ることができました。興味深いことが多かったので、2 つに分けて記します。

2015 年 4 月 25 日ネパール・ゴルカ地震は、ネパール中部の山岳地帯(カトマンズの北西約 80 km)に位置するゴルカ郡バルパック村付近の地下 15 km 付近を震源とする、モーメントマグニチュード 7.8 の大地震です。この地震は、震源断層が東西 120 ~ 150 km の長さを持ち、最大すべり量 5.8 m に達する、北北東側隆起の低角逆断層型の地震でした(たとえば Yagi and Okuwaki, 2015; Wang and Fialko, 2015)。断層の破壊は震源断層北西端

付近から始まり、細粒な第四系が厚く堆積した(Dill *et al.*, 2001)カトマンズ盆地の直下を経て、東に拡大していきました(Yagi and Okuwaki, 2015)。なお、この地震では、地表地震断層は出現しませんでした(Wang and Fialko, 2015)。

地震による被害は、ネパールのみならずインド、チベット、ブータン、バングラデシュに及び、犠牲者は総計 9,000 人余り、家を失った人は約 50 万人に達しました。

本震の 17 日後には、震源断層の東端近くで再びマグニチュード 7.3 の大きな余震が発生しました。この 2 つの地震はともにインドプレートがユーラシアプレートの下に潜り込むように衝突して生じたプレート境界型の地震と考えられています。

この地震は、当初規模の大きさから広範囲で激甚な災害を引き起こしていると推定されました。事実上記のように被害は大きかったのですが、山地斜面災害とカトマンズ盆地の建物被害に関していえば、幸運にも当初の予想を大きく下回るものでした。

この地震に伴う山地斜面の変動は Kargel *et al.*, (2016) や檜垣ほか(2015)によって報告されています。それらによると、ネパールの山岳地帯における崩壊・地すべりは、ヒマラヤのランタン村を襲った雪崩・岩屑流とミッドランドのトリスリ川沿いの深層崩壊を除いて、大部分が浅い表層崩壊であり、ミッドランドでは地すべり地形が広範囲に広がっているにもかかわらず地すべり・深層崩壊は非常に少なかったとのことでした。

一方、カトマンズ盆地の建物被害についていえば、比較的早い段階からメディアによって報道されてきたように(たとえば日経新聞, 2015)旧王宮や石塔など木造・石造で高層の歴史的建造物で大きな被害が発生した一方、それと比較してレンガ造りの一般住居の被害は少なかったとのこと(檜垣ほか, 2015)。高層の構造物で被害が大きかった一方、一般住居で被害が比較的軽微だった要因として、カトマンズ盆地の中では、基盤岩が露出する地域と比較して周期 3 秒以上の長周期(~超長周期)の地震動は強かったものの、短周期の地震動が弱かったこと(Takai *et al.*, 2016)が挙げられています。

さて、筆者はネパール地質学会主催の会議前巡検「カトマンズ盆地の世界遺産の地形・地質(Ananta and Mukunda, 2017)」に参加し、カトマンズ盆地の地震被害状況と地形・地質を見学しました。

カトマンズ盆地は、東西約 25 km 南北約 20 km の広がりを持つ、厚さ 600 m 余りの第四紀湖成~河成堆積物で埋積された堆積盆地です。



写真2 チャングナラヤンの丘から見たカトマンズ盆地.



写真3 レンガが少しずれてしまった家.

巡検は、盆地東縁の丘に位置するチャングナラヤン (Changu Narayan) の丘から盆地を展望することから始まりました (写真2)。

カトマンズ盆地は、数段の更新世後期～完新世の段丘と沖積面からなる、ミッドランドで最も広く平坦な盆地です。この盆地では、少なくとも8世紀ごろから農耕を基盤とした国が栄えてきました。標高1,525 mのチャングナラヤンの丘の頂上には、西暦207年に創建されたというヒンズー教寺院・チャングナラヤン寺院 (Changu Narayan Temple) があります。この寺院とその門前町は、

ネパール・ゴルカ地震によって被害を受けましたが、寺院の修復はほぼ完了し精緻な彫刻を施した美しい寺院を見ることができました。門前町では一部に建築中の家や、壁のレンガがずれたままの家もあり、修理前の家にそのまま人が暮らしている様子うかがえました (写真3)。

巡検第2の目的地・バクタプルは12～18世紀にカトマンズ盆地を支配した3つの王国のうちの1王国の都であるとともにインド-チベット間の交易路の重要な中継点でもあったところで、今も古都の気味が漂っています。この町は標高約1,330 mの三角州堆積物からなる段丘上に

立地します。世界遺産に指定されている王宮前広場(ダルバール広場)は、寺院や塔などの伝統的建築物が建て並び、人が行きかう中で山羊が悠々と寝ている・・・まるで中世にタイムスリップしたかのような不思議な感覚に捉われる広場です。バクタプルには、歴史上しばしば地震に襲われてきた記録があり、特に 1934 年のビハール地震では大きな被害を受けたとのこと。しかし幸いにも、今回のネパール・ゴルカ地震による被害は限定的で、石造建造物の倒壊はありましたが、高さ 30 m の 5 層の寺院として有名な 1,700 年建設の木造寺院・ニャタポラ寺院では最上階まで上がることができました。先に歴史的建造物では被害

が大きいという報告を紹介しましたが、場所や建物によって被害状況はずいぶん大きく異なり、一般化してまとめることは難しいように感じました。

一方、広場を取り巻く市街は、迷路のように入り組んだ道を挟んで中層のレンガ造りの家が密集しています。地震後 2 年半経過しているためか、一般住宅に関していえば、一見した限りでは地震による傷跡はわかりませんでした。しかし、ところどころで鉄筋を入れた柱を立てている工事風景が見られ、今はまだ復興途上という感は否めませんでした。

巡検の次の訪問地は、南アジア有数の聖地とされ



写真 4 被害が軽微だったニャタポラ寺院。



写真 5 バクタプル市街の建築中の家。

る、シヴァ神を祀る火葬場・パシュパティナート寺院 (Pashupatinath Temple)。パシュパティナート寺院は、カトマンズ盆地を経てミッドランドを貫流するバグマティ川に面した、沖積低地に建てられています。5世紀の創建という歴史を持ち、今もカトマンズの人々の篤い信仰を集めるこの寺院は、信仰の力のおかげか無傷とのことでした。この寺院で荼毘に付された遺体は、バグマティ川を経てガンジス川に、さらにインド洋に流れていくとのこと。墓を持たないネパールの人々の生死感を想いました。

会議前巡検の最後の訪問地は、カトマンズ盆地西部の丘の上にあるネパール最古の仏教寺院・スワヤンブナート寺院 (Swayambhunath Temple)。この寺院はカトマンズ市街を見下ろす眺望の良い高台にあるため、昔から観光名所として知られていましたが、ネパール・ゴルカ地震では部分的な被害を受け一時立ち入り禁止になっていたとのこと。しかし、現在ではすっかり普通の賑わいを取り戻していました。写真6は、スワヤンブナートのパゴダの上に沈んでいく月を撮影したものです。

この巡検は、地震後2年半経過した時点で行われたものであり、被災直後とは状況がかなり異なっていることは間違いありません。しかし、逆に復興途上の段階にあるカトマンズ盆地各地を見学することができたことは、筆者

にとって大変幸いでした。

また、巡検とは別にカトマンズの町を歩いた印象では、報道されていた通り、カトマンズ盆地西部では高層の古い歴史的建造物に大きな被害がある一方(写真7)、中～低層のそれほど耐震性が高いとは思えない民家の被害が軽微だったこと(写真8)、文化財級の建物や塔では修復のための国際的な支援が行われて現在修復されつつあること(写真9)、それでも未だつかい棒で支えただけの建物も残されていること(写真10)など、いろいろなことが印象に残りました。それにしても人々の表情が明るく(写真11)、復興が進んでいることを頼もしく思いました。

5. ヒマラヤ山麓・中間山地(ミッドランド)の地質環境

会議後は、ネパール地質学会と日本応用地質学会共催の2泊3日の地質巡検「カトマンズ-ポカラの道、ゴルカそしてポカラ盆地 (Hasegawa and Ranjan, 2017)」に参加しました。この巡検の概要は長谷川(2017)に記されていますが、ここでは私が感じたことを中心に紹介します。

カトマンズとネパール第2の都市ポカラを結ぶ道路はミッドランドを走り抜けるネパール第一の主要道路です。この道路はプリティブハイウェイ (Prithive Highway) と呼



写真6 スワヤンブナートの夕暮れ。

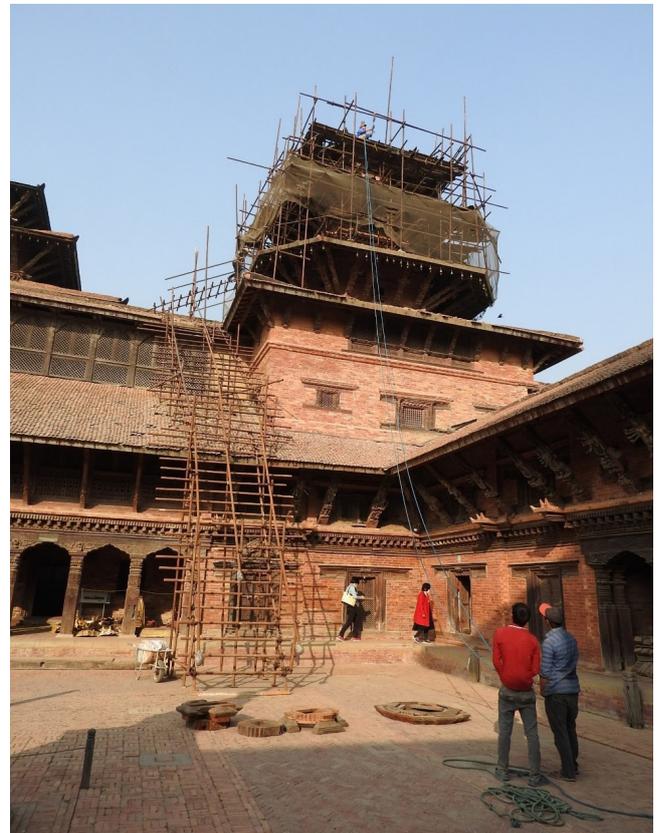


写真7 修復中のパタン(カトマンズの南約10 km)の王宮。



写真 8 カトマンズの下町（インドラチョーク：Indra Chowk）の町なみ。地震被害はそれほどなかったと聞きました。



写真 10 つっかい棒で支えられた建物（パタンにて）。



写真 9 国際的な支援を受けて修復されつつあるカトマンズ・ダルパール広場の旧王宮（ハヌマン・ドカ：Hanuman Dhoka）。



写真 11 カトマンズのお茶屋のおばさん。

ばれていますが、県境の峠を越える田舎道といった風情があります。

カトマンズ盆地では、四半世紀前には想像できないぐらい都市域が拡大して、人と車が増えていました。その反面以前はカトマンズの市街地に居住していた野良牛がいなくなって、大気汚染がひどくなっていました。以前なら晴れた冬の朝ならばヒマラヤの高峰が望まれましたが、今回カトマンズ盆地からヒマラヤを見ることはできませんでした。

一方、道路は確実に良くなっていました。かつては未舗装区間が多かったプリティブハイウェイは全面的に舗装され、2車線区間が増えていました。カトマンズ盆地と東のトリスリ川水系を隔てる峠には、日本からも支援が入ってトンネルが計画されているとのこと。案内者の香川大学・

長谷川先生によると、ネパールヒマラヤでも第一級の断層であるMCT (Main Central Thrust)に近く地質構造が複雑、かつ地すべりなどの斜面変動が多発する場所だけに入念な地質調査が求められているとのことでした。

ネパールきっての大河川の1つであるトリスリ川は、V字谷をなす川ながら、ミッドランドを横切る区間では連続的な河岸段丘を伴っています。この川は氷河を抱く7,000 m級の山々に源を発し、わずか50 km程度でミッドランド(とはいっても標高1,000～3,000 mの山岳地帯ですが)に流れ込む急流河川です。河岸段丘の堆積物も日本の川とは一味も二味も違います。写真12はカトマンズとポカラの中間地点・ムグリンの少し東のアダムガート(Aadamghat)で見た段丘堆積物中の巨礫ですが、いったいどこからこのような巨大な円礫が流ってきたのか、大変興



写真 12 トリスリ川の堆積段丘堆積物中の巨大な円礫。



写真 13 クリシュナビール地すべりの現況。

味深く感じました。長谷川先生とともに引率して下さったランジャン先生（トリブヴァン大学）によれば、氷河湖の決壊に伴ってトリスリ川を流下した巨大土石流と、その後の掃流的な流れに伴う河川成の堆積物によって、厚い堆積物からなる堆積段丘が形成されたと考えられているとのこと。確かに段丘堆積物の下部は基質支持の不淘汰な塊状の層相を示す、多種の礫からなる礫層でできております。この堆積段丘はトリスリ川沿いに長く連続するもので、いつの時代に形成されたものか大変興味深く感じました。

プリティブハイウェイは、段丘上を通る区間を除いて大部分が急峻な斜面を削って造られています。このため、斜面変動対策は、道路の維持管理のために必須の課題です。四半世紀前には、落石常襲地に警官が立って交通規制を行っていました。今でも斜面对策がこの道路の維持のために極めて重要であることは言うまでもありません。

2000年8月にこの道路を襲った地すべりは首都カトマンズを11日間にわたって孤立させる、国家的な危機をもたらしました。この地すべりが起きた場所は、カトマンズの西83 kmに位置するクリシュナビール（Krishunabhir）地すべりです。この地すべり地は、主に先カンブリア紀から古生代前期に浅海で堆積したヌワコット（Nuwakot）層群の粘板岩によって構成されています。この地層は、風化が激しく開口節理が多いため、強度が著しく低く、クリープを起こしやすい地層です。

2000年のモンスーンは降雨量が多かったのですが、8月11日について大量の土塊が崩落、一時はトリスリ川をせき止めるダムを形成しました。豪雨を誘因とする地すべりでした。応用地質技術者は比抵抗探査によりすべり面の深さを10 mと求め、早急に対策工を施しました。対策工は、不安定土砂の除去、斜面頂部の排水と水管理および植



写真 14 ゴルカ遠望。

生工による斜面の強化という3本柱で行われ、2007年に対策工は一応の完成を見ますが、現在でも一部で浮き石が露出しており、道路を通行する者にとって油断できない場所です（写真13）。

ネパール地震の震央・ゴルカ郡の山岳地帯も、この巡検で訪ねることができました。ゴルカ郡の中心都市・ゴルカは、標高727 mの地すべり地形の頂部に開けた町です。ここは1769年から1990年までネパールに王政を敷いていた王朝の発祥地としても知られています。

ゴルカは震央に近いにもかかわらず、また地すべり地形が発達する地域であるにもかかわらず、大きな被害はなく、かつ斜面変動もほとんどありませんでした。写真14は谷を隔てて対岸の尾根からみたゴルカの町ですが、私には2004年中越地震で被災した旧山古志村や旧川口町の風景と重なって見えるほどよく似た景観でした。両者の違いは、ゴルカが中越地震の被災地と比較して水平方向の規模

が数倍大きいこと、中越地震震央周辺が新第三系の堆積岩からなることに対してゴルカは主として変成岩からなること、そして中越地震では地すべり地形の分布域で多数の斜面変動が発生したことに対してゴルカではほとんど斜面変動が発生しなかったこと、でしょう。

モーメントマグニチュード 7.8 という大地震にもかかわらず、震央(震源)近傍で斜面変動が少なかったことは、大変興味深い現象です。この点については、厚い地すべり土塊の中で短周期成分の強震動が減衰したため(長谷川ほか, 2016)、あるいは乾期の終わり近くに発生した地震であったために地層中の水分が少なかったため(山形大学地域教育文化学部地理学研究室・八木浩司教授, 2015, 談話)といった考えが出されています。一方、ゴルカの北北東約 25 km のミッドランド北端の震央近くに位置するバルパック村(Barpak)では壊滅的ともいえる家屋倒壊が発生しており、何が両者を分けたのか、研究者の間で注目されています。これらの問題には、今後答えが求められていくことでしょう。

巡検の真ん中では、ネパール第 2 の都市・ポカラの北にあるサランコットの丘西峰(標高 1,352 m)に小型バスで登りました。この丘は、西にダウラギリ(標高 8,167 m)、正面にアンナプルナ(主峰アンナプルナ I 峰: 8,091 m)、東にマナスル(標高 8,163 m)という 8,000 m の高峰群を望む景勝地として知られていますが、同時にアンナプルナ連峰から流下するセティ(Seti)川の河岸段丘も眺めることができます。居ながらにして、比高 7,500 m、水平距離 110 km の豪快な景観を楽しむことができる場

所は、世界広しと言えど多くないのではないのでしょうか(写真 15)。

この丘に立って感じたことは、アンナプルナ(あるいはヒマラヤといっても良いでしょう)の地形単位が大きく、地質構造が単純なこと、です。ヒマラヤの地質構造が単純といえは怒られそうですが、たとえば写真 16 と写真 17 を見て、皆様はどのような印象を持たれるのでしょうか?

両者の違いは、①アンナプルナ連峰やサガルマタ山(エベレスト山: 8,848 m)を含むヒマラヤの広範囲が氷河による浸食を受けたことに対し、日本アルプスでは氷河による浸食は範囲が限られていたこと、②山稜部に露出する地層が、前者ではがテチス海の整然とした堆積岩によって構成されることに対し、後者では付加体・変成岩と火山岩類で構成されることによること、を反映しているのではないのでしょうか?

いつか時間ができたら、この課題についてじっくりと考えてみたいと思いました。

また、この地質の「単純さ」は、ネパールヒマラヤの地質を明らかにした偉大な地質家トニ・ハーゲン(Toni Hagen: 1917-2003)が、交通事情も恵まれず今のような高精度の地形図もなかった 20 世紀半ばに、短期間で素晴らしい地質調査を達成できた(Hagen, 1969)理由の 1 つかもしれません。

会議後の巡検で得たもう一つの大きな収穫は、長谷川先生が強調されていたヒマラヤと日本 - 特に西南日本弧 - との共通性についての認識を持つことができたことでした。日本の中で第四紀地殻変動と関連する現象を記載してきた



写真 15 サランコットの丘(西峰)から眺めるアンナプルナ連峰とセティ川の段丘
左の白い峰がアンナプルナ I 峰(8,091 m)、中央の青い三角錐の峰がマチャプチャレ(6,997 m)、
右端の白い峰がアンナプルナ II 峰(7,937 m)。



写真 16 アンナプルナ連峰東部の景観 西に向かって緩やかに傾斜した組織地形に注目。



写真 17 北アルプス・立山連峰の景観 (写真 16 と比較してください。)

私は、今まで述べてきたようにヒマラヤと日本の違いに目を向けがちでした。しかし、ネパールヒマラヤを調べてこられた長谷川先生はさすがに冷静です。両者の共通点は、長谷川(2017)に要領よくまとめられています。

たとえば段丘。ポカラの周辺には川沿いに最終氷期に形成された Fluvio-glacial の湖成堆積物が分布しています。この湖成堆積物と、それを不整合に覆う後氷期の礫層は、基質中に含まれる炭酸塩分のために半固結して鉛直の段丘

崖を形成しています。このため、良好な段丘堆積物の露頭を見ることができですが、最終氷期の湖成段丘と現河床の比高は 40 m 余りに達します(写真 18)。日本では最終氷期以降 40 m の下刻作用が行われている場所は珍しくありませんが、安定大陸ではなかなか見られない現象です。そのことはヨーロッパからやって来た巡検参加者の「信じられない・・・」という表情からも読み取れました。

次いで温泉。西南日本外帯にも和歌山県・湯ノ峰温泉の



写真 18 最終氷期の湖成段丘と後氷期の河成段丘を開析するセティ川の現河床。

ように第四紀火山とは無関係ながら高い熱流量を反映した温泉が見られますが、ネパールにも特に MCT などの大断層沿いに、火山とは無関係な構造規制型の温泉が数多く存在するとのことでした。

上記のようにポカラ盆地はセティ川によって深く開析されつつあります。また、盆地を埋積する湖成堆積物中に多量の炭酸塩分が含まれるため、鍾乳洞が形成されています。巡検では、シヴァ神を祀ったヒンズー教の聖地でもあるポカラ近郊のグプテシュワール (Gupteshwar) 洞窟を訪ねました。ここは、最終氷期堆積物の基質から溶出した炭酸塩分が二次的に固結し、様々な堆積構造を持った岩を形成していることで、地質学的に興味深いスポットです。しかし、私は洞内の蒸し暑さが大変気になりました。ポカラの年平均気温は 20 度程度ですが、洞内の気温はどうみても 30 度を超えていました。暑さに弱い私は、洞内の川が滝となって地表に流れだす興味深い景観を見るのも早々に外に出ましたが、衣類が汗でじっとり湿ってしまいました。ポカラ盆地の地下にも地熱資源があるのではないかとの話に、そうかもしれないと感じた次第です。もっともポカラ盆地の地熱については、ネパール人研究者にはまだ受け入れられていない部分もあるとのことでした。今後の研究の進展が楽しみです。

6. 旅の終わりに

IAEG-ARC11 も巡検も楽しく首尾よく終わりました。会議を運営してくださいましたネパール地質学会の皆様、巡

検を引率してくださいました長谷川先生、ランジャン先生に厚く御礼申し上げます。

この旅では、海外における国際学会への参加が初めての私にとって大変貴重な収穫がありました。あまりの楽しさに、「もっと若いころから海外の学会に出ておけば良かった」と少し後悔したくらいです。また、四半世紀の時間を隔てて再訪したネパールでしたが、変わった面が多い一方で、変わらぬ人々の正直さや親切さに改めて暖かな印象を持ちました。貧困など多くの問題を抱えながらも、優しく、誇り高く生きている人々に感謝しました。

いつの日かまたこの地を訪ねてみたい、と思いました (写真 19)。

ネパーリー・ナマステ!



写真 19 帰途、飛行機から見たヒマラヤ山脈。

文 献

- Ananta, P. G. and Mukunda, R. P. (2017) Exucursion Book for Geomorphological and geological observation of the World Heritage sites in Kathmandu Valley. Nepal Geological Society, 26p.
- Dill, H. G., Kharel, B. D., Singh, V. K., Piya, B., Busch, K. and Geyh, M. (2001) Sedimentology and paleogeographic evolution of the intermontane Kathmandu basin, Nepal, during the Pliocene and Quaternary. Implications for formation of deposits of economic interest. *Journal of Asian Earth Science*, **19**, 777–804.
- Hagen, T. (1969) Report on the Geological Survey of Nepal: Fieldwork carried out under appointment of the United Nations Programme of Technical Asistance. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 199p. Reprinted by Nepal Geological Survey, 2013.
- 長谷川修一 (2017) 国際応用地質学会第 11 回アジア地域会議 (ARC-11) が開催されるネパールの応用地質. 応用地質, **58**, 121–125.
- Hasegawa, S. and Ranjan, K. D. (2017) Excursion Guidebook for Kathmandu-Pokhara Road, Gorkha and Pokhara Valley, Nepal Geological Society, 43p.
- 長谷川修一・野々村敦子・Ranjan Kumar Dahal, Manita Timilsina (2016) 2015 年ゴルカ地震震源域のミッドランドではなぜ斜面崩壊が少なかったのか?. 文部科学省科学研究費補助金 (特別研究促進費) 「2015 年ネパール地震と地震被害に関する総合調査」報告書, 45–61.
- 檜垣大助・長谷川修一・八木浩司・若井明彦 (2015) ゴルカ地震によるネパールでの地盤災害緊急調査報. 日本地すべり学会誌, **52**, 203–206.
- Kargel, J. S., Leonard, G. J., Shugar, D. H., Haritashya, U. K., Bevington, A., Fielding, E. J., Fujita, K., Geertsema, M., Miles, E. S., Steiner, J., Anderson, E., Bawden, G. W., Breshears, D. F., Byers, A., Collins, B., Dhital, M. R., Donnellan, A., Evans, T. L., Geai, M. L., Glasscoe, M. T., Green, D., Gurung, D. R., Heijnen, B., Hilborn, A., Hudnut, K., Huyck, C., Immerzeel, W. W., Liming, J., Jibson, R., Kaab, A., Khanal, N. R., Kirschbaum, D., Kraaijenbrink, P. D. A., Lamsal, D., Shiyin, L., Mingyang, L., McKinney, D., Nahirnick, N. K., Zuotong, N., Ojha, S., Olsenholler, J., Painter, T. H., Pleasants, M., Pratima, K. C., Yuan, Q. I., Raup, B. H., Regmi, D., Rounce, D. R., Sakai, A., Donghui, S., Shea, J. M., Shrestha, A. B., Shukla, A., Stumm, D., van der Kooij, M., Voss, K., Xin, W., Weihs, B., Wolfe, D., Lizong, W., Xiaojun, Y. and Young, N. (2016) Geomorphic and geologic controls of geohazards induced by Nepal's 2015 Gorkha earthquake. *Science*, **351**, Issue 6269, aac8353.
- 日経新聞 (2015) ネパール地震, カトマンズは歴史的建造物に被害集中. 2015 年 5 月 12 日日経新聞朝刊.
- Takai, N., Shigefuji, M., Rajjaure, S., Bijukhhnen, S., Ichianagi, M. Raj Dhital, M. and Sasatani, T. (2016) Strong ground motion in the Kathmandu Valley during the 2015 Gorkha, Nepal, earthquake. *Earth, Planets and Space*, **68**:10, DOI: 10.1186/s40623-016-0383-7.
- Yagi, Y. and Okuwaki, R. (2015) Integrated seismic source model of the 2015 Gorkha, Nepal, earthquake. *Geophysical Research Letters*, **42**, 6229–6235.
- Wang, K. and Y. Fialko (2015) Slip model of the 2015 Mw 7.8 Gorkha (Nepal) earthquake from inversions of ALOS-2 and GPS data. *Geophysical Research Letters*, **42**, 7452–7458.

KOMATSUBARA Taku (2018) Asian Regional Conference 11, International Association for Engineering Geology and Geologic Circumstances in the foot of Himalayas.

(受付:2017 年 12 月 18 日)