

ネパール・アンナプルナ山域東側、マルシャンディ川の天然ダム — 予察 —

安仁屋政武

筑波大学名誉教授

アンナプルナ山域の東側を限っているマルシャンディ川沿いにトレックした折り、河岸堆積物、河床、斜面地形などを観察して、天然ダムがあったと同定・推定できる場所を8カ所に認めた。天然ダムは標高が低いところでは山腹崩壊による土砂が河道を閉塞してできた堰止め湖、標高が高く支谷に氷河がある地域では氷河前進による氷河湖である。これらについて概説し、さらに典型的な土砂ダムとしてタル、氷河ダムとしてマナンにあるガンガプルナ・タルを取り上げて若干の考察を行った。

はじめに

筆者は2009年7月から8月にかけてアンナプルナ山群の北にあるトレッキング・ピーク、チュールー・ウェスト (Chulu West, 6419m) に登るべく、ベシ・サハール (Besi Sahar^{注1)}) からマルシャンディ川 (Marsyangdi River) 沿いにトレックした。生憎アタックの日に雪に降られて氷河のクレパスは隠れ、視界も効かなかったので、不成功に終わった。この代わり、標高5416mのトロン峠 (Thorung La) を越えた帰路、カリ・ガンダキ川 (Kali Gandaki) 沿いにはぼべニ (Beni) まで歩き、アンナプルナ一周トレックを行った(図1)。このコースはネパールのトレッキングでも1、2の人気を競う魅力的なもので、山々は当然であるが他の自然の見所も枚挙にいとまがない。さらに民族・社会文化的な面でもさまざまな興味をそそる。この中でも、川に興味のある人間にとって驚くことは、マルシャンディ川とカリ・ガンダキ川の印象が全く異なることで、気候の違いから来る植生のあるなしもこの印象に大きな影響を与えている。

すなわち、マルシャンディ川は、ベシ・サハールから流路が北西に曲がるダラパニ (Dharapani) 付近までは、険しいゴルジュが続くが、ここから上流は比較的開けた谷となり、河岸段丘がよく発達していて、広い谷底・河原が頻繁に出てくる。ダラパニより上流から気候は半乾燥になり、植生も大きく変化するが、谷壁にはまばらでも植生がついている。

一方、カリ・ガンダキは、カグベニ (Kagbeni) からジョムソム (Jomsom) までの谷壁は植生が

ほとんど付いていない乾燥・砂漠帯で、川はカロパニ (Kalopani) までの間、幅300～400mの草木の生えていない広い河原と狭くてやや急な流路が交互に現れ、階段状の縦断面となっている。この間の両岸には比高30～60m程度の大きな河岸段丘が2段ないし3段発達している。そして、カロパニからダナ (Dhana, Dana) 付近までのハイ・ヒマラヤ (東に8091mのアンナプルナ、西に8167mのダウラギリ) を横切る区間は流路の傾斜が非常に急で、場所によっては極端に狭いゴルジュ (一番狭いところは川幅10m?程度) となり、あたかも小滝の連続の様相でモンスーン期だったので水は逆巻いて流れていた。カリ・ガンダキの河岸段丘に関しては岩田¹⁾ が、両者の川の地形学的な違いは目崎²⁾ に詳しい。

ここではマルシャンディ川沿いに見られた天然ダムについて、その特徴、成因などを紹介し、代表的な2つについてやや詳しく考察する。

マルシャンディ川で天然ダムに興味を持ったのは歩き始めて2日目、地図を見ていて次の日タル (Tal) という地名の集落を通過することを知った時である。それで、トレッキング・ガイドとサーダーに「Talはドイツ語で谷という意味だが、なにか関連があるのか」と聞いたら、Talは純粋のネパール語で「湖」という意味だ、と言った。Talという地名のところは、今は人が住み集落となっているので湖ではない。しかし、このような地名が付き残っているのは、それほど遠くない昔 (少なくとも人間が湖の存在を知っていた) に湖だったことを物語っている。今までの山地での調

査の経験から直感的に山崩れによる河道の堰止め湖であろうと推察した。

天然ダム

川が自然現象による土砂移動によって塞がれて上流に水が貯まる現象のことを通常、天然ダム (natural dam) の形成と言っている。これは我々の身近にあるダムが普通、コンクリート製あるいは碎石製の人工的に造られた人工ダム (artificial dam) あるいは人造ダム (man-made dam) であるからである。天然ダムが一般の人々にも広く知られるようになったのは、2005 年の中越地震によって旧山古志村 (現、長岡市) を流れる芋川で多くの山崩れが川沿いの斜面に発生し、河道を閉塞していくつもの天然ダムが形成されたことが大々的に報道されたからである。しかし、この時、‘天然’と言う語は‘美しい’とか‘貴重’といった良いイメージを与えるということで、住民からクレームが出た。その結果、国土交通省などでは住民の感情に配慮して、‘土砂ダム’など別の用語を使うようになってきている。古くは 1984 年の御岳地震の時に、山頂付近から大崩壊が発生し大滝川を堰き止めて、大きな天然ダムが形成された。この時は専門家の間では、ダム崩壊による土石流の発生が危惧されて問題となったが、一般にはほとんど知られていない。また、最近では 2008 年の中国四川大地震でもいくつも形成され、大々的に報道されたのを憶えている人も多いだろう。

このように多くの天然ダムは、地震や豪雨による山腹崩壊の土砂が河川を堰き止めることによって形成される。しかし、氷河、特に谷氷河が発達している地域では、全く別のメカニズムで天然ダムが形成される。一つは氷河の前進によって氷河の前面にターミナル・モレイン (端堆石) が形成され、その後氷河が後退した場合である。ターミナル・モレインがダムとなり氷河の融解水を貯めて氷河湖が形成される。このような氷河湖がなんらかの理由で決壊すると氷河湖決壊洪水 (Glacial Lake Outburst Flood, GLOF) が発生する。このような氷河湖は川の源流にあるので、下流に集落があるネパールやブータンの氷河湖では地球温暖化による GLOF の発生が危惧されており、現在大きな環境問題となっている。あるいは、主谷の氷河が前進して支谷の川を堰き止め、氷河湖を形成す

ることもある。

別な形成メカニズムは、上流に大きな氷河を持つ支谷が主谷に合流している場合 (特に直角に近い角度) である。このような谷では寒冷な時期に支谷の谷氷河が前進して本流の谷を横切り対岸まで達して流れを堰き止めることがある。谷氷河は通常、ラテラル・モレイン (側堆石) を形成するので、本流を堰き止めるダムとなるのは、最初はラテラル・モレインと氷河本体である。湛水した水はいずれダムの低いところを越流し侵食して新しい河道を形成する。氷河地帯を流れる河川には大量の土砂が含まれているので、天然ダムの背後では急速に土砂が堆積し湖を埋めていく。温暖になり氷河が後退した後もおおかれ少なかれラテラル・モレインは残り、堰き止め続けるが、洪水や土石流あるいは地震等によってダムが破壊されると氷河湖決壊洪水が発生する。

天然ダムの土砂堆積量はダムの規模・存在期間と河川の浮遊・掃流土砂量によって決まり、河原の大きさは谷の形状に大きく左右される。このように堆積した河原を流れる河川は、通常、1 本の流路ではなく網目のようにたくさんの浅い筋となって流れる‘網状流’ (Braided Stream) となる。

マルシャンディ川沿いの天然ダム

今回、バシ・サハールからマルシャンディ川をマナン (Manang) まで遡り、そこからトロン・コーラ (Thorung Khola) とトネ・コーラ (Tone Khola) を経てトロン峠まで遡った折り、多くの湖成堆積物を川の両岸に認めた。下流は山腹崩壊による土砂が堰き止めたものであるが、上流の多くは氷河とそのラテラル・モレインによる堰き止めの結果と解釈した。それで、これら全ての総称として‘天然ダム’を使う。

マルシャンディ川沿いに天然ダムがあったと同一・推定できる場所をおおよそ 8 カ所認めた (図 1 参照)。認定は次の通りである。天然ダムが形成されると、背後の湖には土砂が堆積する。流れのある川と異なり、湖は静水なので細かい砂、シルト、粘土が堆積する。洪水があると、下から上へ粗い物質から細かい物質が層をなしてセットとして堆積することがある。土石流の場合は淘汰の悪い堆積相となる。ダムはいずれ壊され流路が掘込まれて土砂が堆積していた平らな面は河岸段丘

となる。その断面を見ると、必ず水平の細かい物質の堆積層が認められる。一方、普通の河床も掘り込まれたら河岸段丘になるが、堆積断面は淘汰された（時には淘汰が悪いが）円礫の間に砂のマトリックスが入っている。両者の区別は、堆積物に広がりを持つ水平層が入っているかどうかが決定的な指標である。その他、断面が観察できない場合は、流路方向あるいは谷壁から河道方向への傾斜があるかどうか参考になる。湖水堆積物の場合は水平であるのに対し、河床の場合はある程度傾斜がある。

個々のダムについて若干記述する。高度は、ネパール発行の地図^{注2)}と高度計の値がかなり異なり、しかも違いが系統的ではなかったので、両方を併記する。併記がない場合は高度計の値である。因みに出発地のベシ・サハールの標高は高度計で960m、地図では760mである。

ベシ・サハールを出てまもなく最初に橋を渡るクディ（Khudi）の手前の河岸段丘に静水堆積物が露出している。ここは標高（高度計954m、地図790m）が低く、周りに氷河がないことから土砂ダム跡（図1、①）と考えられる。段丘では建材用の砂利と砂が採取されている。粗っぽい観察ではあるが、マルシャンディ川沿いの露岩に氷食の痕を初めて認めたのはチャムチェ（Chyamche, Chamje）の上流、標高1580m（高度計）付近である。そしてチャムチェから3km弱の所に典型的な土砂ダム、タルがある（図1、②；写真1, 2）。タルについては次項で詳しく記述する。この付近から上流には所々河岸段丘が発達しており、ダラパニ（Dharapani）を始め上流の川沿いの村は全て河岸段丘の上にある。河岸段丘の断面は、多くの場合直接観察することができなかったので、表層だけから湖が埋積して形成されたのか河原の跡かの判断は難しかった。しかし、ダラパニの段丘は傾斜しているので河原跡と解釈した。ダラパニの上流では、チャメ（Chame）の手前（図1、③）で、川沿いに湖成堆積物を認めた。周囲に氷河がないので、土砂ダムによる堆積であろう。

チャメの上流約6kmの所に有名なバラタン（Bharatang）の大岸壁がある。地層（堆積岩）の傾斜と斜面の傾斜（20～30度ぐらい）がほぼ一致していて、比高約1200～1600m、幅4km以上の見事なスラブとなっている。この大岸壁帯のす

ぐ下流に比高200mぐらいの段丘が右岸に分布している。堆積物は湖成/氷河起源のダイアミクトン^{注3)}からなり、段丘崖はかなり侵食されている。これも周囲の状況から土砂ダムによる堆積と判断される（図1、④）。氷河堆積物はおそらくバラタンの大岸壁に発達した氷河により運ばれたものであろう。もし、そうだとすると、この段丘は最終氷期直後（1.8万年？前以降）に形成された可能性が高い。

トレッキング5泊目のピサン（Pisang）は上（Upper Pisang, 古い）と下（Lower Pisang, 新しい）に分かれていて、Lower Pisangは右岸の段丘に位置している。断面にみられる堆積物と段丘面がかなり傾斜していることから、段丘は旧河床と考えられる。ピサンのすぐ上流で右岸から支流チャイチャンワ・コーラ（Chaichangwa Khola）が合流している。ここから上流には黒灰色の湖成堆積物が両岸にあり、その上に白褐色の土壌が載っている。表面は侵食されて若干の起伏がある。合流するチャイチャンワ・コーラの左岸にも同じ黒灰色の堆積物が認められ、右岸にはラテラル・モレインが発達している。チャイチャンワ・コーラはアンナプルナIV峰（7525m）の北側に発達している氷河を源頭につづ。現在の氷河末端高度は、地図によれば約4000mなので、最終氷期には標高3200m（地図）のピサン（因みに高度計は3230m、GPSは3225m）まで前進していて、マルシャンディ川を横切り堰き止めた可能性は十分にある。従ってこのダム湖（図1、⑤）は氷河湖であったと解釈する。この黒灰色の堆積物は、約6km上流の飛行場のあるフムデ（Humde）まで連続して堆積している。フムデ周辺は飛行場ができるくらい川の両岸（村と飛行場は右岸にある）に大きな平坦な段丘が発達しており、谷も大きく開いている（写真3）。植生も乾燥しているのでここではがらりと変わり、草原にまばらな松である。フムデの標高は地図では3280m、高度計では3380mである（感覚的には3380mの方が近いが）ので、おそらく氷河ダムの高さは80～180mの間にあったと考えられる。

この大きな湖成堆積物段丘はフムデから上流では旧河床の段丘へと滑らかに続いている。これは湖水に流れ込んでいた河川による堆積である。ムグジェ（Mugje, Mungji）の村を過ぎてブラーカ

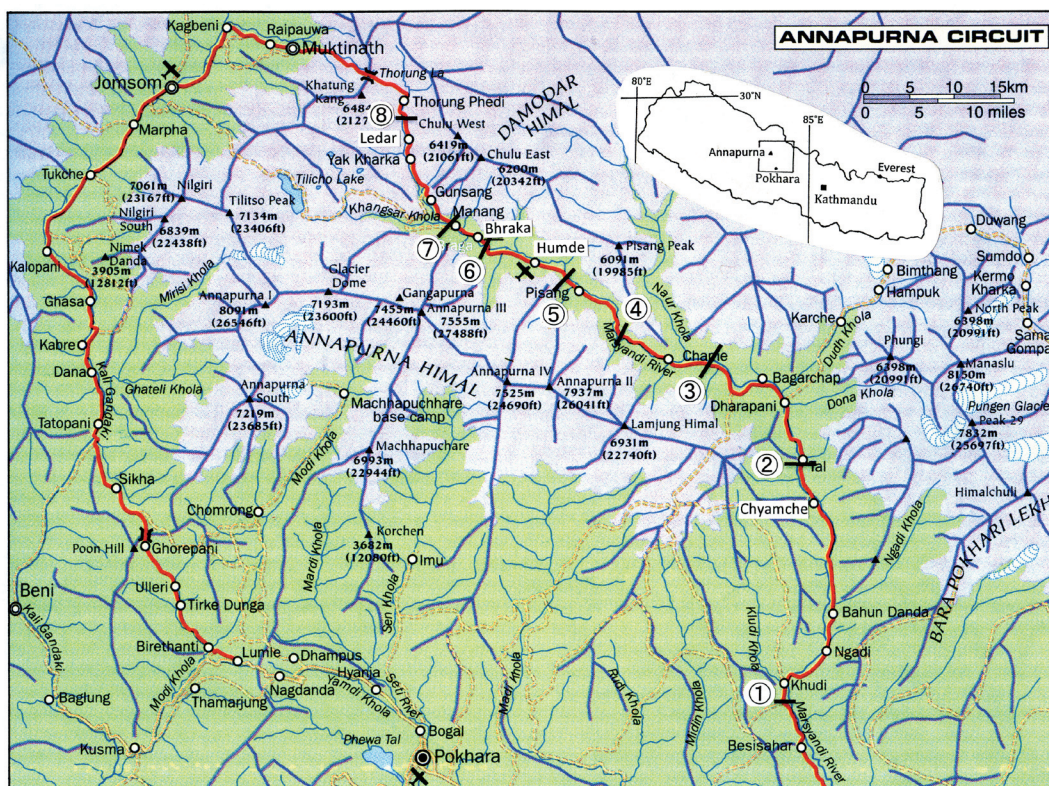


図1 アンナプルナー周コースとマルジャンディ川沿いの天然ダムを番号で示す（ベースは Razzetti & Saunders³⁾ (p.75) の地図。一部の地名の綴りを Nepa Maps のものに变えてある）。我々はベシ・サハールから赤い線のコースに沿ってタトパニ (Tatopani) まで行き、さらにベニ (Beni) の手前まで歩いた。そこから Pokhara まではバスで帰った。①②③④⑧は土砂ダム、⑤⑥⑦は氷河ダムである。



写真1 タルの土砂ダムを下流から見る（図1②）。巨岩に注目。途中にある茶屋の建物と比べるとその大きさが実感できる。右岸の岸壁には崩壊土砂の痕跡がまだ残っている（2009年7月31日撮影）。



写真2 タルの集落の一番下流（図1②）。浸水した痕跡がまだ残っている。現河床からの比高は1mにも満たない。右岸の段丘にはトウモロコシが栽培されている（2009年7月31日撮影）。

（Bhraka, Braga）の手前の対岸、すなわち右岸から大きなラテラル・モレインを持つガッテ・コーラ（Ghatte Khola）が合流している。この支谷はアンナプルナ III（7555m）から派生する支尾根に涵養されている谷氷河に源頭を持つが、この氷河の末端高度は地図によると 3600m である。この支谷の合流点から上流のマナンまで約 3km の間の幅広い（100 ～ 300m）谷底は、現河道から 50cm ～ 100cm 程度の比高を持つ広汎な段丘となっている。平坦な面の広がりから、ダム湖堆積物と判断できる。ムグジェの標高は地図では約 3360m（図 2、高度計 3400m）なので、現在の氷河末端高度と 240m 程度しか差がない。小氷期の氷河前進で形成されたと考えられる植生の全くついていないラテラル・モレインは河道まで届いていないので、小氷期以前の前進によるラテラル・モレインがダムアップした可能性が高い（図 1、⑥）。堆積物の新鮮さと貧弱な植生（草は生えているが木はまだない）は、段丘化して間もないことを示唆するが、この辺りは乾燥地域なので植生の進入には時間がかかっているかもしれない。

フムデの広大な段丘の 100 ～ 400m ぐらい上位に、かなり固結していて開析されてバッドランド（Badland）となっている氷河堆積物からなる段丘が両岸に広く分布している（写真 3）。特に左岸には標高 3800m（地図）前後のところに広大な段丘があり、段丘崖はバッドランドとなっている。これも水中堆積物と考えられるが、分布高度、固結度、開析度から形成時期は相当古いと考えられる。この段丘崖がバッドランドとなっている段丘はマナンまで続いている。

マナンの村の対岸には、ガンガブルナ氷河のターミナル・モレインによって堰き止められて形成されたガンガブルナ・タル（Gangapurna Tal）という氷河湖がマルシャンディ川の脇に現存していて、観光名所となっている（図 1、⑦：写真 4）。さらにこのすぐ上流側にはガンガブルナ氷河の前進によるラテラル・モレインによって形成された氷河湖の湖成堆積物からなる段丘が広く分布している。これらについては次の項で詳しく紹介する。

マナンでマルシャンディ川と分かれてトロン・コーラを行くが、ここにも大規模な湖成堆積物が左岸に分布して段丘を形成している。これもガンガブルナ氷河のせき止めによる堆積の結果であ

る。レダー（Ledar）までは旧河床の段丘があり集落が載っているが、ここから上流はコネ・コーラとなって谷底は狭くなり段丘は発達していない。コネ・コーラの両岸には新旧の崩壊地が連続して並び、右岸にはズただけで崩落していない崩壊崖が露出しているもの、左岸には周氷河作用でできた礫が崩壊面を覆っているものなども見られた。このため、右岸にあるトレイルは頻繁に付け替えられている。源流に近くなるので水量はぐっと少なくなる。トロン・フェディ（Thorung Phedi）の少し下流で、トレッキング・ガイド地図に Landslide（崩壊（地））と記され、道標にも ‘Landslide’ とあるところ付近で、河原の幅が急に広がっているところがある。河川の縦断面に顕著な変化はないが、小規模ではあるが土砂ダムがあった跡と解釈した（図 1、⑧）。両岸の谷壁斜面も常に少しずつ崩れているので、ダムは簡単に破壊され谷壁斜面にはその痕跡は認められない。

以上の天然ダムのうち、代表的なものとしてタルの土砂ダムとマナンのガンガブルナ氷河による氷河ダムを取り上げてやや詳しく紹介する。

タルの土砂ダム

トレッキング 3 日目、チャムチェで左岸に渡ってから約 2.5km で川幅が狭まり、右岸からスリットのようなゴルジュで支流（ミヤルディ・コーラ、Myardi Khola）が合流するすぐ上にこのダムが形成されている。ここの標高は 1700m 前後で低く、周りに氷河が発達した支谷がないので、現物を見る以前に、このダムは土砂ダムであることが推察できた。現在のダムの比高は下流側が約 260m（基部の標高が約 1650m、頂部が約 1810m）、堤体の幅は頂部で数十メートルもある巨大なダムである。崩壊は左岸に発生したので現水路は右岸の岸壁沿いにあり（写真 1 参照）、岸壁にはかつての崩壊土砂の堆積面を示す堆積物が現水路の約 30m 上に残っている。崩壊は左岸の斜面 700 ～ 800m 上のタル・ダнда（Tal Danda）の支尾根から発生して川を堰き止めた。堤体には長径数メートルもある巨礫が多く混入しており（写真 1 参照）、堤体の下流側の傾斜は 20 度以下で緩いので安定している。このためダムは破壊されなかったであろう。上流側は完全に土砂で埋積されており、湛水は全くない。河原の堆積面とダム頂の比高は約

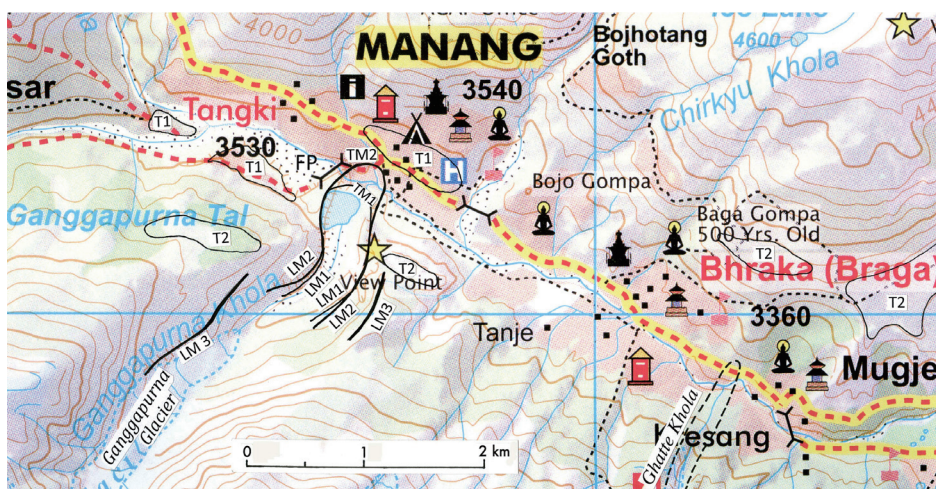


図2 ガンガプルナ・タル(湖)周辺のモレイン分布と天然(氷河)ダムによる段丘地形 (Nepa Maps-Around Annapurna-1:100,000、等高線間隔 80m-をベースに書き込んだ)。太字の数字は標高で、マナンは 3540m である。FP は氾濫原、LM はラテラル・モレイン、TM はターミナル・モレイン、T1 (低い)、T2 (高い) は段丘。段丘の分布と範囲は概略である。ガッテ・コーラ (Ghatte Khola) の破線は氷河の前進を概略で示す。



写真3 フムデの段丘を下流から上流に向かって見る(図1⑤と⑥の間)。大きな切り開きの中の白っぽい帯は滑走路である。川沿いに黒灰色の湖水堆積物が見られる。フムデの背後の高いところ(標高 3800m 付近)に大きな段丘(T2)が認められる。この高位の段丘崖は侵食されてバッドランドとなっている(2009年8月3日撮影)。



写真4 マナンのガンガプルナ・タル(図1⑦)。右岸から合流するガンガプルナ氷河のターミナル・モレインによって堰き止められた氷河湖である。マルシャンディ川がターミナル・モレインを横切る所は早瀬になっている。図2のH印付近から西南西方向を見た。奥の山はティリチョ・ピーク(Tilicho Peak, 7134m)。さらに、LM2によってマルシャンディ川が堰き止められ今は埋積されている天然ダムが形成された様子がよく分かる(2009年8月3日撮影)。

30mである。河原の右岸には比高1m程度の段丘がありトウモロコシ畑となっている（写真2）。このことは、最初の堆積面は現在よりも若干高かったことを意味し、埋積が進んだ後に堤体が掘り込まれ流出口の高度が下がったことを示している。

ダムから数百メートル上流の河原に現在のタル集落が位置している。氾濫原からの比高は0mに近く、流路も数十メートルしか離れていないので、日本の感覚では恐ろしくて住めない（写真2参照）。実際、2005年に大規模な洪水に見舞われたようで、少し水が出れば浸水する。2009年8月にも浸水の跡が至るところに残っていた。平地の少ないネパール山岳地域でのやむを得ない選択なのであろう。タルという地名が付いているからには、湖でなくなり、集落が形成されたのはそれほど昔のことではないと推察したが、残念ながら時間の制約から村で聞き取りなどをする機会はなかった。サーダーのサンデスに聞いたが、「知らない」とのことであった（定かではないが4～500年ぐらい前かもしれないと言ったが、これは多分に推察のようである）。この地域に住んでいるシェルパ族は、チベットから16世紀頃あるいはその少し後に移住してきたといわれている⁴⁾。そうだとすると、この時期はまだ湖が残っていた可能性が高い。侵食が活発な日本のアルプス周辺の人工ダムの堆積速度から類推すると、やはり侵食の盛んなヒマラヤではこの程度の土砂ダムが埋積するのに100年かからないであろう。埋積が進み流出口の侵食も進んで水位が下がり陸化したので住み着いたわけである。ゴルジュ帯でこれだけの平坦地は、洪水の危険を背負っていてもものすごく魅力的であっただろう。

タル・ダンダの支尾根から発生した崩壊地は凹型にえぐられていて地形的に今でも認められるが、斜面には周りと同じような植生が回復している。また、ダムの堤体の植生にも木が見られるが、気候から推してこの辺りの植生の回復は早いと考えられるので、地形と植生からだけでは崩壊時期の推定は困難である。

マナンの氷河ダム

ビサンからかつての秘境マナンへ行くまで、氷河ダム堆積面の名残と認められる段丘があちこち

に分布している。氷河ダムとそれに関連する地形で一番見事でわかりやすいのは、マナンのガンガブルナ氷河の前進によるもので、2つある（図2: 写真4, 5, 6）。一つは現存、もう一つは完全に埋積されている。ガンガブルナ氷河の谷は右岸からマルシャンディ川にはほぼ直角に合流しており、ターミナル・モレイン（TM）によって現存のガンガブルナ・タルが形成されている。現在のマルシャンディ川はターミナル・モレインTM1とTM2の間を切って流れていて、この部分は川幅も狭く（10m程度）傾斜があり早瀬となっている。上流側は幅100mぐらいの広い河原で流路は網状となっており、ラテラル・モレインによって形成されたかつての天然ダムが埋積されたことを示す。右岸の河原は何段かの段丘になっていて、上・中段の一部には灌木が進入している（写真6参照）。ラテラル・モレインを切っている流出口が侵食されて、段階的に水位が下がったことを示す。下流側は幅300m程度の広くて平らな谷底で、流路は固定されている。植生が進入し始めており、下流に行くほど濃くなる。また、河道の下刻を始めており、現在、河原の一部は比高約50～100cm程度の段丘となっている。

ガンガブルナ・タルの周りのラテラル・モレイン（LM）を見ると、側壁は植生が全く付いていないが、かなり固結していて傾斜は60～70度の急斜面となっている。少し上流のガンガブルナ・コーラ沿いには一部植生がついているものがあり、形状から湖を形成しているラテラル・モレインは2段であることが判る。古い方のラテラル・モレイン（LM2）は湖面から70m程度の高さにあり、これを形成した氷河前進がマルシャンディ川を堰き止め今は埋積されている天然ダムを形成したと考えられる。その後、ガンガブルナ氷河は後退したが、現在のガンガブルナ・タルを形成しているターミナル・モレイン（TM1）は後退の過程で一時停滞して形成されたか、あるいは再寒冷化によって再び前進して形成された。いずれにしても形成時期はおそらく小氷期（ヒマラヤでは16世紀頃、Fushimi⁵⁾）と考えられる。

ガンガブルナ・タルを形成しているラテラル・モレインのはるか高いところ、標高3900～3800m付近にも密な植生に覆われたラテラル・モレイン（LM3）が分布しているが、特に左岸に顕著に認

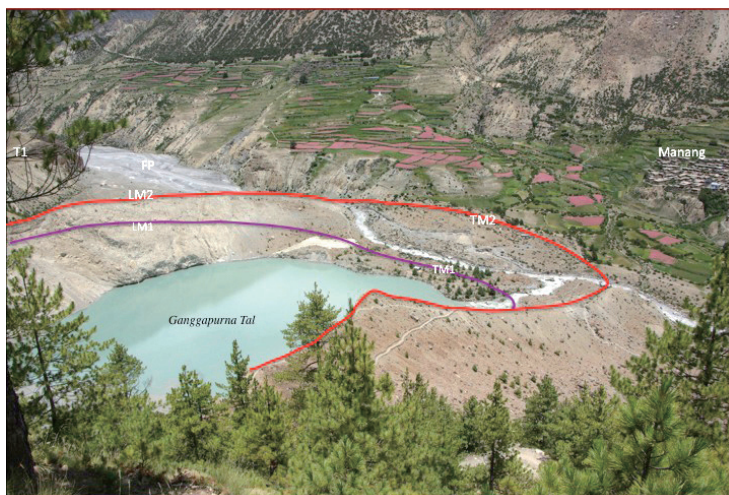


写真5 ガンガプルナ・タルとそれを形成しているターミナル・モレイン (TM1, TM2) とラテラル・モレイン (LM1, LM2)。標高 3700m 付近 (図2の星印の近く) から見下ろす。対岸のピンクはそば畑である。マルシャンディ川は TM1 と TM2 の間を流れている。TM2 に旧流路の跡 (流路が移動した) が見られる。FP (Flood Plain, 氾濫原) と書いてある河原は、氷河と LM2 によって形成された氷河湖が埋積されたもの (2009 年 8 月 4 日撮影)。



写真6 埋積された天然ダム (氷河ダム)。写真5のFPに当る。ガンガプルナ氷河の前進 (LM2) によって形成された。図2の TM2 のラベル付近から 3530 のラベルの方向に見たマルシャンディ川の様子。天然ダムが埋積されて広い河原となり、右岸は低いが何段もの段丘となり一部植生も進入している。段階的に水位が下がってきたことを示す。現在の流路は網状である。左岸の崖に幾重にも重なった水平の層が見られる。図2の橋の印の橋が写っている (現在新しいものに付け替え中)。奥の山はティリチョ・ピーク (2009 年 8 月 4 日撮影)。

められる (図2参照)。このラテラル・モレインを形成した氷河前進がマルシャンディ川を堰止めて高位の段丘 (T2, 写真4参照) を形成している堆積物を堆積させた可能性がある。

マナンの集落が載っている平坦面は、地図 (図

2) によると標高 3540m (高度計は約 3500m) で谷底からの比高 70 ~ 80m の段丘 (T1) である。断面には水平層が認められるので、かつてここには大きな湖が形成されていたことが読み取れる。この段丘面はガンガプルナ・タルの上流の右岸と

マルシャンディ川とトロン・コーラの合流点にある、現河床より一段上の見事に平らな段丘（地図で 3530m の表示がある）に繋がる（図 2、写真 6 参照）。一方、下流側はブラーカ付近まで断続的に左岸に分布しているので、ガッテ・コーラの氷河が前進した氷河ダムにより形成された可能性が高い。

そしてこの段丘面よりさらに 150m ぐらい（標高 3700 ～ 3800m 付近）上にもう一段段丘がある（T2）。この段丘面はフムデ付近まで続くが、ガンガブルナ・タルより下流では右岸の段丘崖は相当開析されてバッドランドとなっている。マナンの下流の左岸にはマナンの段丘（T1）よりも一段高いところに段丘崖があまり開析されていない段丘が発達しているが、これは右岸のバッドランドの段丘に対比される。この段丘を形成している堆積物を貯めたダムはバッドランドの分布から推測するとフムデの 3km ぐらい下流で形成された可能性がある（写真 3 参照）。この付近には、氷河のある支谷はないので山腹崩壊による土砂ダムだった可能性が高い。

おわりに

以上、記したのは、川沿いに歩いた際に観察した地形、河床、斜面堆積物、河岸堆積物、植生などから解読した天然ダムの位置とその成因である。本来ならば、ダムがあったと推定される場所で斜面の地形、斜面の堆積物あるいはその痕跡、植生の違いなどを現場でチェックして、あるいは聞き取り調査などによってより解釈を確かなものにするべきである。しかし、訪れた目的の性格上、それを許す時間がなかった。

ヒマラヤの第四紀の隆起は早く、山地の侵食も活発である。例えば、隆起速度はダーズリン・ヒマラヤでは 3 ～ 4mm/年⁶⁾、ヒマラヤの北のチベットでは 5mm/年（中国科学院西藏高原総合科学考察隊（1981）：岩田¹⁾に引用）、低ヒマラヤのマハバラート山脈では 2.4 ～ 3mm/年²⁾、カリ・ガンダキで 0.6 ～ 0.9mm/年¹⁾などが見積もられている。山腹斜面の侵食に関しては目崎²⁾が河川の浮遊土砂量から推定されたものをまとめている（p.160）。それによると 0.66mm ～ 5.02mm/年であるが、2mm 程度の河川が多い。山腹侵食は崩壊に依るところが大きいの、大きな隆起に伴う大規模な

崩壊が頻発し、土砂ダムとなって河川に至る所で堰き止めたであろう。これに加えて気候の寒冷化に伴う氷河前進があり氷河ダムも頻繁に形成された。このような地域であるから、氷河前進と古い段丘（T1 と T2）の形成時期の議論は非常に難しい。

注

- 1) ネパールの地名のアルファベット綴りは本、地図によってかなり異なる。例えば、Besi Sahar もある別の地図では Besisahar となっている。トレッキング・トレイル沿いには、Chyamche, Chamje: Mugje, Mungji: Bhraka, Braga のように全く異なる綴りの地名も多い。ここでは便宜的に Nepa Maps Around Annapurna 1:100,000 の綴りを優先的に使った。
- 2) 地図の標高は 10 万分の 1、等高線間隔 80m の Nepa Maps Around Annapurna から、マナン周辺の標高は 5 万分の 1、等高線間隔 40m の Nepa Maps Chulus から読み取っている。
- 3) Diamicton。淘汰の悪いさまざまなサイズの角礫・円礫からなる堆積物。

参考文献

- 1) 岩田修二（1988）：侵食平坦面と河岸段丘。木崎甲子郎編著『上昇するヒマラヤ』9 章：115-128. 築地書館。
- 2) 目崎茂和（1988）：河川とヒマラヤ形成。木崎甲子郎編著『上昇するヒマラヤ』11 章：151-165. 築地書館。
- 3) Razzeti, S and Saunders, V. (2003): Trekking and Climbing in NEPAL-25 Adventure Treks in the mighty Himalaya. Globetrotter Adventure Guide, Updated Edition. Timeless Books, New Delhi, 176p.
- 4) 安成哲三・藤井理行（1983）：『ヒマラヤの気候と氷河—大気圏と雪氷圏の相互作用—』気象学のプロムナード 15, 東京堂出版, 254p.
- 5) Fushimi, H. (1978): Glaciations in the Khumbu Himal (2), *Seppyo*, 40, Special Issue: 71-77.
- 6) 中田高（1988）：活断層からみたヒマラヤの上昇—ネパールヒマラヤを例に。木崎甲子郎編著『上昇するヒマラヤ』10 章：130-150. 築地書館。

Summary

Natural Dams along Marsyangdi River, Annapurna Himal, Nepal — A Preliminary Report —

Masamu Aniya

Professor Emeritus, University of Tsukuba

During the trekking in July-August 2009 along Marsyangdi River, east of the Annapurna Himal, Nepal, I observed sediments exposed along the riverbank, riverbed morphology and slope topography, thereby recognizing traces of natural dams at eight places (Fig. 1). Those located at lower altitudes were caused by landslides that blocked the riverbed, whereas those located at higher altitudes where glaciers exist in the tributary valleys were created by either glacier advance or landslide. Glaciers that advanced from tributary valleys into Marsyangdi River blocked the main stream together with lateral moraines, thereby having become natural dams.

After briefly describing each of these natural dams at eight places, I discussed about two types of dams using typical ones. One is a typical landslide dam located at Tal, north of Chyamche, (Marked ② in Fig. 1: Photos 1 & 2). 'Tal' in Nepalese means 'lake' ; however, the lake has been completely filled up and villagers since have settled the flood plain. The other are two moraine dams formed by Ganggapurna Glacier at Manang (Marked ⑦ in Fig. 1 & 2: Photos 4, 5 & 6). Ganggapurna Tal, located on the right side of the main stream, is a current lake that is dammed by the terminal moraine of the Little Ice Age (LIA). Another moraine-dammed lake was formed when Ganggapurna Glacier made a strong advance before the LIA, thereby blocking Marsyangdi River by the lateral moraine (LM2, Fig. 2 & Photo 5) and ice. This dam has been long since completely filled up as seen in Photo 6.