名水を訪ねて (84) ブータン王国の水

島野安雄*・藪崎志穂**

Visit to Valuable Water Springs (84) Waters in Kingdom of Bhutan

Yasuo SHIMANO * and Shiho YABUSAKI **

1. はじめに

ブータン王国は、東ヒマラヤの山岳部にある小さな仏教国で、インドと中国という二つの巨大な国に挟まれて位置している (図1)。ブータンという国名は、もともとはインド人がチベットを指して呼んでいた言葉に由来するという。ブータン人自身は、自国のことをドゥク・ユル (Druk Yul) と呼び、「チベット仏教ドゥク派の国」という意味とのことである。また、ドゥクの前義が「龍」であることから、雷龍の国 (Land of Thunder Dragon) とも呼ばれている。そして、公式の英語表記は「Kingdom of Bhutan」と書かれる。なお、この Bhutan という名称の起源に関しては、一説に、サンスクリット語で「高地」を意味する「ブーウタン (Bhu-Uttan)」に由来すると言われている。

ブータンのあちこちには二千を超す寺院が点在しており、至る所でえび茶色の衣を纏った僧侶を目にする。また、ブータンの各地にはゾンと呼ばれる大きな城塞があり、それは国直轄の地方僧院であり、行政機関でもある。その内にはいくつものお堂があり、僧侶もいる。いずれにせよ、ブー

タン人の生活習慣のあらゆる面において仏教が重要な役割を果たしている。

このブータンは、20世紀後半まで鎖国に近い政策だったこともあり、地球上のほとんどの場所で失われてしまった美しい自然環境と自給自足に基盤をおいた伝統的な生活文化が残っていることでも知られている。このために、近年はヒマラヤの秘境とか桃源郷、あるいは神秘の王国などと呼ばれ、また GNH (国民総幸福量) という言葉でも有名になっている。つい最近では、国王が代替わりし、国民議会の選挙が行われ、近代化を歩み出したばかりでもある。

今回はこのブータン王国を取り上げるが、2007年8月後半に10日間の観光ツアーで回ってきた。観光で行けるのは限られた地域であるが、通過したり休憩・宿泊したりした地点で河川水・渓流水・沢水 (一部湧水を含む) や水道水などおよそ30カ所で採水してきた。これらの水は日本でいうところの“名水”には値しないが、ブータンの住民にとっては重要な生活用水であり水資源でもある。近年、ヒマラヤの桃源郷とか神秘的な王国として注目を受けているブータンの水事情の一端を把握・認識する目的で取り上げた。

* 文星芸術大学

** 立正大学地球環境科学部

2. ブータンの歴史・文化・自然環境

ブータンはヒマラヤの桃源郷（シャングリラ）とも呼ばれているが、この国の歴史・文化や自然環境などに関しては、山本（2001）・平山（2005・2007）・今枝（2008）や地球の歩き方編集室（2007）などを参照して述べることにする。

ブータンはヒマラヤ山脈の東南部、中国とインドの二つの大国に挟まれて位置する面積約46,500km²、人口約66万人の立憲君主制の小さな王国である。北は中国の西藏自治区に接し、東・

南・西はインドのアルナーチャル・プラデーシュ、アッサム、西ベンガルおよびシッキムという4つの州に囲まれている(図1)。人種・民族や文化の面からは、青藏高原を中心とするチベット文化圏に属している。

プータンには行政区として20のゾンカク（日本でいう県）がある（図2）。しかし、地勢や気候的な特徴からみると、国土は南部・内陸部・北部の3つに分かれる。そして、文化的には内陸部分がトゥムシン・ラ（ラは峠の意味）とペレ・ラの2つの峠で、東西方向にさらに東部・中央部・西部

図1 ボータンの位置図

に3分され、計5区分になるという。南部の標高が1000m以下の地域は、ブータン化したインドやネパールからの移民が多く住み、ブータン独特の伝統文化に欠けていて、かつインド側の情勢で治安も悪化しやすく、観光的な魅力に乏しい地域である。東部のタシガンを中心とした地域は、チベット文化の影響を受ける前からの先住民が多く暮らしている所で、政治的な影響や経済開発の面で遅れているが、逆に残された昔ながらの文化・民俗や人情のある地域である。中央部のプムタンやトンサを中心とする地域は、古い寺院も多く、チベット文化と東ヒマラヤ文化の融合というブータン文化の原型というべき所で、王家出藍の地でもある。北部は山岳地帯で、遊牧民の世界であり、徒歩でしか到達できない遠隔の地である。西部のパロ・ティンプ・プナカなどの地域は、伝統的にチベットとの結びつきが強く、首都や空港があってブータンの政治・経済の中心となっていて、国内では先進地域である。

ブータンの総人口は約66万人ほどであるが、ブータン国籍を持つ人々は約55万人で、残りは外

国人居住者およびインドから国境を越えて働きに来ている人々とされている。民族は約80%がチベット系で、残り20%はネパール系やその他の民族とされている。宗教はチベット仏教のカギュ派の支派であるドゥク派が国教となっている。しかし、東部ではチベット仏教の古派であるニンマ派、トンサからティンプにかけてはカルマ派、南部ではヒンズー教を信仰する住民もいる。公用語はチベット語系のゾンカ語であるが、英語やネパール語もそれに準じた扱いとなっていて、学校教育では国語（ゾンカ語）を除く他の教科はすべて英語で行われている。しかし、ブータン人は伝統的な儀式を重んじる国民性があり、日常生活の中でも子供から成人・老人まで、男子は「ゴ」、女子は「キラ」という民族衣装を着用している。そして、国民の約8割は農牧業により生計を立てているが、農耕地は全国土の約8%しかなく、約72%が森林であり、約20%は万年雪に覆われている。

歴史についてみると、この地域は古くから「ロ・モン（南のモン族の国）」として知られていた。中央チベットから見た場合、はるか南の辺境

図2 ブータン国内の県と主な町などの関係図

に位置するとのことである。7世紀に、チベットのソンツェン・ガンポ王がパロにクチュ・ラカン、ブムタンにジャンパ・ラカンという2つの寺を建てた。8世紀には、インドの密教行者のグル・リンポチェ（パドマサンババともいう）がこの地を訪れて、チベット仏教ニンマ派を広めたとされている。その後17世紀に、チベット仏教カギュ派に内紛が起り、チベットを逃れた支派のドゥク派のンガワン・ナムゲル（シャブドゥンともいう）がこの地の支持者に迎えられて統一し建国したのがブータンの原型とされている。その死後に転生者が代々ブータンを治めたが、国情は不安定のままであった。19世紀末に、東ブータンの有力者ジクメ・ナゲルが台頭し、その子のウゲン・ワンチュックが1907年に初代国王に選出され就任し、王制国家が確立する。その後、中国とインドという大国の狭間で独立の地位を保ち、第3代国王の時に鎖国状態を解消し、1971年に国連に加盟している。第4代国王は国民総生産（GNP）よりも国民総幸福量（GNH）というスローガンを発表したことで知られている。そして、2005年には譲位と総選挙後の立憲君主制移行が表明され、2006年に第5代国王が即位し（即位式は昨2008年秋に実施）、2008年には国民議会の選挙が行われ近代化・民主化政策が推進しつつある。

このブータン王国は、今「GNH」という言葉が国家目標の指針であり、このことで有名になっている国でもある。GNHとは「Gross National Happiness」の略称であり、国民総幸福量（または国民総幸福度）と日本語訳される言葉である。この言葉は、1976年に第4代国王によって「国民総幸福量は国民総生産よりも重要である」と述べたことに始まり、当時は重視されず、その政策も実践するに至らなかったが、1998年に国際的に評価を受けるようになってから注目されている。2006年の国勢調査の際に、「あなたは今、幸福ですか？」という質問事項に対して、国民の97%が「幸せです」と答えたとされ、世界一幸福な国と云われている。また、ブータンは自然環境と文化を守ることを国是としていて、自然区と保護区が国土の約26%を占めている。

ところで、最近までは日本から旅行等でブータンに入国することは難しいことであった。今でも

空港はパロの1カ所しかなく、1983年にパロ〜コルカタ間が開かれ、現在はバンコク・コルカタ・ニューデリーやカトマンズなどを經由して入出国することになる。そして、陸路は南西部のプンツォリンでは入出国できるが、南東部のサムドゥプ・ジョンカは出国のみである。しかし、山がちなこの国に入ってみると、昭和前期の日本の農村のような雰囲気包まれた風景のもと、日本人とよく似た顔つきやしぐさ・服装などの風情で、どこことなく懐かしさを覚える人も多いという。

次に、ブータンの自然環境についてみると、ヒマラヤ山脈の東部にあって、地勢は南端部の150mほどの低地から北部の山岳地域では7500mを超えていて、標高差が7000m以上と大きいのが特徴である。しかも、内陸部では多くの峰々が南北に連なっているために、河谷もほとんどが北から南へと延びていて、かつ深い峡谷を形成している。このために中央地帯を東西に横切るには、いくつもの峠や谷が障害物として立ちはだかっている。南部の低地帯（標高が1200m以下）は亜熱帯気候であり、降水量が多く、中にはサルパンのように年降水量が5000mmに達する所もある。高温多湿で、ジャングルや森林に覆われている所が広く、ブータン住民は少ない。標高1200~3000mの内陸部はモンスーン気候区で、夏季を中心に雨が降り、700~1000mmほどの年降水量で、気候的にも比較的過ごしやすい。そのために、多くの住民が狭い谷底や丘陵地に集中して住んでいて、川沿いの平坦地や緩傾斜地には水田や棚田が拓かれて農地となっている。暖かい場所では水稻やトウモロコシが、冷涼な所ではジャガイモや麦・そばなどが栽培されている。表1はパロ・ワンディポダン・ジャカルの月別の平均最高気温・平均最低気温と降水量を示したものである。これら3地点の年平均気温はそれぞれ14.5・19.1・11.6℃で、標高の低いワンディポダンで高い温度であり、標高の高いジャカルで低い温度であった。降水量については、夏季にはかなりの雨が降るが、冬季は降水量が少なく乾燥して風も強いという。この内陸地帯には、国の政治・経済・文化の中心地である首都のティンブや空港のあるパロ、その他にプナカ・トンサ・ジャカル・タシガンなどの主な町がそれぞれ河谷部に位置している。これらの町を

結ぶ国道1号線の東西縦貫道は3000～4000m級の峠を越えてつながっている。この東西縦貫道は1.5車線の舗装道路であるが、峠と谷とが交互に現れ、ほとんどが山中を走っており、急カーブが連続している。このために、直線距離で190kmのパロ～タシガン間は、道路の道程では590kmと約3倍もの距離となっており、それほどに道路の曲がりの度合いが多いことが実感としても認識される。そして、北部の高山地帯は年降水量が約400mmほどで、氷河地形が広がり、万年雪や氷河もみられ、厳しいツンドラ・高山気候となっている。北部・西部国境には7000m級の山々が連なっており、最高峰はガンカル・プンスム山の7570mで、現在世界最高の未踏峰である。

ブータンの地質に関しては、インド地塊がユーラシア大陸に衝突してヒマラヤ山脈が形成された地体構造の影響を受けている。このため、大部分の地域は結晶片岩を中心とした変成岩類から構成されているが、大きくはテチス・ハイヤーヒマラヤ帯とレッサーヒマラヤ帯の2つの地帯に分かれる(図3)。標高の低い地域では第四紀の沖積層が分布し、それに新第三紀のシワリーク堆積物が帯状に分布している。シワリーク堆積物の北側には主境界衝上断層(MBT)が走っていて、その北側は古生代や先カンブリア時代の堆積岩類が、さらに北側には先カンブリア時代の変成岩類が分布している。これらの北側には主中央衝上断層

(MCT)が走っていて、ハイヤーヒマラヤ帯とレッサーヒマラヤ帯の境界となっている。これら2本の大断層が走っていることもあり、温泉が湧き出してきている所もある。ハイヤーヒマラヤ帯は先カンブリア時代の変成岩類が大半を占めるが、古生代変成岩類や先カンブリア時代・古生代・中生代の堆積岩類、および第三紀花崗岩類とレッサーヒマラヤ帯の変成岩類が点在している。北端部にはヒマラヤ山脈の山稜部を構成しているテチス堆積物が分布している。なお、地質と断層の関係で、ブータンでは地滑りや土砂崩れも多いといわれている。

ブータンを流れる河川のすべては、南のインド国境に向けて流れ下っている。主な河川はヒマラヤ山脈の万年雪や氷河を源として南へ流れ出し、途中で溪谷・峡谷をつくりながら流れ下っている。最後にはマナス・チュ(チュは川を意味する)、プナ・ツァンチュ、ワン・チュ、アモ・チュの4水系としてインド平原に流れ出し、すべてはブラマプトラ川に合流している。いずれの河川もモンスーン期の6～9月には河川水量が増え、また時により氷河湖の決壊などにより洪水に見舞われることもあるという。マナス・チュはブータン国土の半分近くを占める河川で、水源の一部は中国のチベット自治区にある。プナ・ツァンチュの2つの支流は、いずれも7000m級の高山に源を発している。ワン・チュは首都のティンブや空港の

表1 パロ・ワンディボダン・ジャカルでの平均最高気温・平均最低気温と降水量

地 名	項 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
パ ロ (2250m)	平均最高気温(℃)	12.1	14.0	17.3	20.0	22.5	24.3	25.1	25.0	23.5	19.9	15.9	13.0	19.4
	平均最低気温(℃)	1.5	3.3	6.1	9.5	12.5	14.8	16.9	16.5	14.8	10.8	6.1	2.6	9.6
	降 水 量 (mm)	12.0	11.9	23.2	28.7	49.4	99.6	142.7	128.7	99.7	72.9	17.9	8.0	694.7
ワンディ ボダン (1330m)	平均最高気温(℃)	17.4	18.8	22.4	25.3	27.3	28.6	27.6	28.0	27.5	25.8	22.9	19.6	24.2
	平均最低気温(℃)	5.5	7.8	10.9	13.8	17.2	19.8	20.5	20.3	19.5	15.9	10.1	6.4	14.0
	降 水 量 (mm)	12.1	14.2	21.7	52.4	59.5	141.6	168.7	147.7	100.9	62.9	12.6	4.9	799.2
ジャカル (2550m)	平均最高気温(℃)	10.8	12.2	15.0	17.3	19.7	21.9	22.6	22.5	21.2	18.2	15.3	12.5	17.4
	平均最低気温(℃)	-4.3	-1.5	1.7	5.7	9.4	12.9	14.3	14.3	12.3	6.6	1.2	-3.6	5.7
	降 水 量 (mm)	7.0	10.4	27.9	53.9	83.1	117.2	138.7	132.1	97.2	66.9	10.9	5.6	751.0

(<http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/kion/Bhutan> より引用)

このブータンでは、旅行者として行ける地域はおよそ限られている。内陸地帯の西部と中央部、つまり空港のあるパロを起点に、東へと進みティンプー〜ワンディポダン〜トンサ〜ブムタンへと至り、帰りはブムタン〜トンサ〜ワンディポダン〜

ブナカ～ティンプ～パロと経由して戻ってきた。計6つの県（ゾンカク）を車で巡ってきたことになり、その途中で河川水や渓流水および水道水などを採水してきた。採水地点の状況に関しては、東に位置するブムタンからの帰りの経路に沿って述べてゆくことにする（図4-1・2）。

中央部のブムタン県のジャカル（チャムカルともいう）の町は、古くからの寺院やゾンがあって、ブータンでは最も神聖な地として知られている。ブムタンとはチュメ・チョコル・タン・ウラという4つの谷からなる地域の総称であり、ジャカルの町はチョコル谷に位置している。この地にはジャカル・ゾンの他に、初代国王の父が建てた

ワンデュチョリン宮、ソンツェン・ガンボ王の建てたジャンバ・ラカン、パドマサンババに由来するクジェ・ラカン（写真1）やタムシン・ラカンなどの有名な寺院が点在している。寺院に関しては、寺や仏殿を意味する「ラカン」と、僧院を意味する「ゴンパ」とがあり、ゾンの中にラカンが併存する場合も多くある。このジャカルではチョコル谷を流れ下ってきているチャムカル・チュ（No. 1）の河川水を採水した（写真2）。泊まったホテルの敷地内にあった水道施設（写真3）から、ジャカルの水（No. 2）として水道水を採水した。そして、山からの湧水や沢水の一部は、マニ・チュコルと呼ばれるマニ車を水力で回転させ

図4-1 採水地点の位置図

るのに使われており、ワンデュチョリン宮の脇には大型の五連の水力マニ車が建てられていた（写真4）。こうした沢水の一つをジャカルの沢水（No. 3）として採水した。ところで、ブータンの民家は伝統工法で建てられていて（写真5）、かなり立派で一戸一戸が独立している。多くは2～3階建てに軒の深い切り妻屋根の形式で、屋根裏を設けていることが多い。2階建ての場合、1階と2階の裏面は板枠の中に土を詰め込み叩いて固めた版築で、2階正面は木製の窓枠と塗り壁で作られている。

チョコル谷から標高2900mのキキ・ラ（峠）を西に越えると、ピンク色の花が咲き乱れていたそば畑が広がり（写真6）、織物工房が点在するチュメ谷へと入る。この谷では山から流れ出していた溪流水をズング（No. 4）とハチュ（No.

5）の2カ所で採水した。ややならかな道を西へ上ると、ブムタンとトンサを分けているヨトン・ラ（峠）へと至る。峠の道脇には、風にはためくダルシン（経文旗）が数十本も立てられている（写真7）。この峠は標高が約3430mあって、通った中での最高点である。峠の北側の山から流れ落ちてきていた水をヨトン・ラの水（No. 6）として採水した（写真8）。

やや急な峠道を西に下ると、トンサ地区に入る。このトンサ地区では6カ所で採水した。トンサの東では2カ所の沢水（No. 7・8）を、トンサの西では1カ所の沢水（No. 10）を、それぞれ採水した。トンサの町の中央にあるのがトンサ・ゾン（写真9・10）で、歴史的に重要な意味を持つゾンの一つとされる。トンサのペンロブ（行政官）は特別な称号であり、現王室の歴代の皇太子

図4-2 採水地点の位置図

が就任している。このゾン内に引かれていた水道水をトンサ・ゾンの水 (No. 9) として採水した。また、近くには第3代国王の生家もあり、古都の雰囲気がある。トンサからペレ・ラ (峠) への途中に位置するチェンデブジは仏塔のある所で、少し離れた所の道路脇に出ていた水をチェンデブジの水 (No. 11) として (写真11)、また近くを流れていた渓流水をチェンデブジ・チュ (No. 12) として採水した (写真12)。この河川には古風な屋根付きの橋が架かっていて、経文が印刷された五色の布を紐でつなげたルンタ (ルンは風、タは馬を意味する) と呼ばれるものが橋の欄干に掛けられていた。ルンタは風の吹く場所によく結びつけられるという。このチェンデブジには18世紀に建てられたネパール式の円形の巨大なチョルテン、1982年に国王妃によって建てられたブータン式の方形の新しいチョルテンや壁型チョルテンも立っている (写真13)。

ブータンを大きく東・西に分けているのがペレ・ラ (3360m) で、この峠ではダルシンの他に、チベット式仏塔のチョルテンも建っていた (写真14)。この峠を少し下った西側の山腹に流れ出ている水がノブディンの沢水 (No. 13) である (写真15)。その後、深い溪谷を形づくっているダン・チュ沿いに西に下ると、ワンディボダンの町に至る。このワンディボダンは、プナ・ツァンチュとダン・チュの合流点の丘の上に造られたワンディボダン・ゾン (写真16) を中心に形成された町である。町中の通りの側にはいくつもの水道施設が点在していて、その一つをワンディボダンの水 (No. 14) として採水した (写真17)。ワンディボダンを流れているプナ・ツァンチュ川に架かる橋の標高である約1300mが、ブータン国内で通った中での最低点であった。なお、このワンディボダンの町から川を挟んで西側の斜面には、リンチェンガン村の棚田の美しい風景が見られる (写真18)。そして、ワンディボダンの町からプナ・ツァンチュを遡った所にあるのがプナカの町で、ポ・チュ (東側) とモ・チュ (西側) の合流した中州に建っているのがプナカ・ゾンである。ポ・チュとモ・チュの2つの河川は、氷河堆積物の関係で少し水の色が異なっており、その境目が見られる (写真19)。このプナカ・ゾンはこれまでに何

度か火災や地震・水害の被害を被っており、1994年にはポ・チュ上流に位置する氷河湖の決壊による洪水の被害を受けたという。ところで、このプナカはかつて300年あまりの間にわたって冬の都があった所で、現在は僧侶のみが冬期に移動してきている。ここではプナカ・ゾンの西側を流れているモ・チュ (No. 15) で河川水を採水した (口絵写真A)。クルタンはプナカの南4 kmほどの所に造られた新開地で、プナカの商店街が移ってきている。ここでの水道水をクルタンの水 (No. 16) として採水した。

プナカとワンディボダンの間に位置するのがティンプ県ロベサで、水田が広がり、西ブータンを代表する米どころとなっている。ロベサから棚田を見ながら、西に原生林の中を走る道路を上って行くと、ドチュ・ラ (3100m) へと到着する。峠の手前に茶店があり、その側でド・チュラ東の沢水 (No. 17) を採水した。ドチュ・ラには昔からブータン式のチョルテンと壁型チョルテンがあったが、2004年に108基の仏塔が新設されて公園のように整備されていて、また側にはゴマを炊く施設があり、老婆が杉の葉を燻していた (写真20)。この峠ではド・チュラの雨水 (No. 18) も採水した。ドチュ・ラを西に下ると、チェックポイントのあるホンツォに至る (写真21)。道路沿いにリング売りの売店が並んでいて、すぐ近くに流れ出している渓流水をホンツォの沢水 (No. 19) として採水した (写真22)。その西のオセパンでは沢水がマニ・チュコルという水車の力で回るマニ車があり (口絵写真B)、この沢水をオセパンの沢水 (No. 20) として採水した。

首都のティンプは、ブータン建国の父ンガワン・ナムゲルが最初に築いたゾンであるシムトカ・ゾンからティンプ・チュ沿いに数 km ほど遡った所に位置する。首都とはいっても、中心部は30分ほどで見て回れる広さである (写真23)。メインストリートのノルジン・ラム (通り) に商店街が形成され、その北が官庁街となっていて、タシチョ・ゾンや国会議事堂などの建物がある。ティンプは世界唯一の「信号機のない首都」として知られる。かつては信号機が付けられていたが、すべて取り去られていて、中央通りの交差点では交通整理の警官が手信号で捌いている (写真24)。

最近、ティンプでは人口が増えてきており、手狭になってきている。そのため市街地は南のシムトカ方面に拡大しつつある。ここティンプでは町中を流れているティンプ・チュ (No. 21) で河川水を (写真25)、泊まったホテルの水道水をティンプの水 (No. 22) として採水した。ティンプ・チュは下流でワン・チュと名称を替えてパロ・チュと合流するが、その合流点のチュゾムでワン・チュ (No. 23) の河川水を採水した。このチュゾムは交通の要衝でもあり、そのためにすべての車は停車してチェックを受ける。この合流点の川岸にはネパール式・チベット式・ブータン式という3基のチオルテンが並んで建てられている (写真26)。

国際空港のあるパロの町は、標高およそ2300mのやや広い谷間からなり、肥沃な土地の一つでもある (写真27)。のどかな農村風景とは裏腹に、パロは政治と経済のもう一つの中心地でもある。パロにはブータンで唯一の空港 (写真28) が位置している。ここではパロ空港の水 (No. 24) と泊まったパロのホテルの水 (No. 25) という水道水を採水した。このパロ谷では支流のド・チュ (No. 26) と本流のパロ・チュ (No. 27) が合流している。ド・チュの河川水は山腹に位置するホテルから散歩がてらに歩いて行き採水してきた (写真29)。その合流点のすぐ下流側の川岸の上にパロ・ゾンが建っている。このゾンに向かうにはパロ・チュに架かる屋根付きの橋を渡ることになる (写真30)。パロ・ゾンの背後の山の斜面に望楼 (タ・ゾンという) が建っているが、現在は国立博物館に転用されている。パロの町の西には、ブータン最古の寺院の一つであるキチュ・ラカンがある (写真31)。また、パロの町から南の丘の上には、長年の農業指導の功績でダシヨーの称号を授与された西岡京治氏を祀るチオルテンが建てられている。

パロの町から西に車で約20分ほど走るとタクツァン僧院への登山口に着く。このタクツァン僧院はパドマサンババがブータンに最初に仏教を伝えた場所とされていて、チベット仏教圏でも指折りの聖地とされている。屏風のように切り立った約500mの岩壁の中腹に鎮座した僧院は1998年に不審火で全焼したが、2004年に修復が完了し、以前よりも立派な建物になっているという (写真

32)。登山口の標高は約2500mあまり、途中のレストハウスが約2800mで、展望台が約3100m、タクツァン僧院は標高3030mほどの所に位置する。展望台から一旦100m近く石段を下がり、谷の奥に回り込むと、水が流れ落ちている。この滝がタクツァンの滝 (No. 28) であり、100m以上の落差で岩壁を流れ落ちていた (口絵写真C)。この清流を渡り、石段を少し登り、絶壁に造られた4つの建物からなる僧院の内部を参拝してきた。そして帰りに、山腹の西方を流れていたタクツァンの沢水 (No. 29) も採水してきた。

なお、ブータンのパロ空港へは、インドの Kolkata を経由して行ってきた。その際に、泊まった Kolkata 市内のホテルの水道水が Kolkata の水 (No. 30) であり、比較のために採水してきた。

4. 水質の特徴

今回採水してきた河川水・渓流水・沢水や水道水などの水質分析結果を示したのが表2である。雨水と Kolkata の水道水を除くと、水温は10~22℃を示しているが、緯度と標高とを勘案すればほぼ妥当な値である。電気伝導度は18~200 μ S/cmの範囲を示したが、100 μ S/cm以上は5カ所であり、大部分は低濃度で、雨水に近いような極めて低濃度の水も多かった。高い値の200 μ S/cmを示したのはワンディボダンの水道水であった。pHは6.6~7.6の範囲で、7.0以上は4カ所であり、弱酸性を示すものが大半であった。

水質組成としてトリリニアダイアグラム表示とヘキサダイアグラム表示で示したのが図5である。ペレ・ラ (峠) よりも東の中央部に位置するブムタン県とトンサ県で採水した No. 1~No. 12 の流水や水道水などは、いずれも溶存成分量が少ない水であった。水質組成はチャムカル・チュ (No. 1) が Ca-HCO_3 型を示したが、その他の11地点では Na-HCO_3 型ないしは Na-HCO_3 型に Ca-HCO_3 型が混合したタイプを示していた。これに対して、ペレ・ラよりも西の地域で採水した水の中には溶存成分量の多いものがみられ、組成も異なっていた。溶存成分量の多いノブディンの沢水 (No. 13)・ワンディボダンの水 (No. 14)・ティンプ・チュ (No. 21)・ワン・チュ (No. 23) やパロ・

写真1 クジェ・ラカン

写真2 チャムカル・チュ (川)

写真3 ジャカルの水道水

写真4 五連の水カマニ車

写真5 ブータンの民家

写真6 そば畑のピンク色の花

写真7 ヨトン・ラ (峠)

写真8 ヨトン・ラの水

写真9 トンサ・ゾン (遠景)

写真10 トンサ・ゾンの内部

写真11 チェンデブジの水

写真12 チェンデブジ・チュ (川)

写真13 チェンデブジの仏塔群

写真14 ペレ・ラ (峠)

写真15 ノブディンの沢水

写真16 ワンディポダン・ゾン

写真 17 ワンディポダンの水道

写真 18 棚田の風景 (リンチェンガン村)

写真19 モ・チュとポ・チュの合流点

写真 20 ドチュ・ラ (峠)

写真21 ホンツォのチェックポイント

写真 22 ホンツォの沢

写真 23 首都・ティンプの街並み

写真 24 ティンプの中央通り

写真 25 ティンプ・チュ (川)

写真 26 チュゾムの 3 基の仏塔

写真 27 パロ谷

写真 28 パロ空港

写真 29 ド・チュ (川)

写真 30 パロ・ゾンとパロ・チュ (川)

写真 31 キチュ・ラカン

写真 32 タクツァン寺院

表2 水質分析結果

番号	名 称	所 在 地	標高 (m)	水源	採 水 年月日	電導度 ($\mu S/cm$)	水温 ($^{\circ}C$)	pH	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	計 (mg/L)	$\delta^{18}O$ (‰)	δD (‰)
1	チャムカル・チュ	ブムタン	2550	R	070820	34.0	10.0	6.8	15.8	0.1	1.1	0.2	0.7	0.4	3.4	0.5	22.2	-14.0	-99.0
2	ジャカルの水	ブムタン	2560	CW	070820	52.0	17.0	7.2	24.4	0.2	3.6	0.0	5.1	1.1	2.0	0.4	36.8	-10.8	-79.0
3	ジャカルの沢水	ブムタン	2550	S	070820	38.0	13.0	6.8	17.0	0.2	1.3	0.0	3.3	1.1	1.4	0.3	24.6	-11.0	-78.0
4	ズンゲの沢水	ブムタン	2750	S	070821	32.0	14.0	6.8	15.8	0.2	0.5	0.0	3.3	0.8	2.1	0.2	22.9	-11.0	-77.0
5	ハチュの沢水	ブムタン	2850	S	070821	20.0	14.0	6.6	9.7	0.2	0.0	0.0	1.8	0.6	0.6	0.1	13.0	-11.4	-81.0
6	ヨトン・ラの水	トンサ	3425	S	070819	20.0	13.0	6.7	10.9	0.1	0.0	0.0	1.2	0.7	1.1	0.1	14.1	-12.6	-87.0
7	トンサ東の沢水①	トンサ	3000	S	070821	18.0	15.0	6.6	8.5	0.1	0.2	0.0	2.2	0.6	0.2	0.1	11.9	-10.0	-67.0
8	トンサ東の沢水②	トンサ	2550	S	070819	22.0	15.0	6.7	12.2	0.1	0.0	0.0	2.6	0.4	0.6	0.1	16.0	-10.2	-69.0
9	トンサ・ゾンの水	トンサ	2100	CW	070821	25.0	16.0	6.7	13.4	0.1	0.5	0.0	1.9	0.6	1.8	0.2	18.5	-10.2	-68.0
10	トンサ西の沢水	トンサ	2000	S	070819	47.0	17.0	6.8	24.4	0.6	0.6	0.5	4.2	1.3	2.0	0.4	34.0	-8.7	-59.0
11	チェンデブジの水	トンサ	2450	S	070819	36.0	13.0	6.8	12.2	0.1	5.0	0.0	4.0	0.7	0.8	0.1	22.9	-9.7	-66.0
12	チェンデブジ・チュ	タゲ	2460	R	070821	33.0	14.0	6.6	8.5	0.2	0.3	0.0	1.4	0.6	0.6	0.1	11.7	-11.1	-75.0
13	ノブティンの沢水	ワッティボダン	2790	S	070821	125.0	12.5	7.4	85.4	0.2	0.1	0.0	0.9	0.6	21.8	1.0	110.0	-10.1	-69.0
14	ワッティボダンの水	ワッティボダン	1330	CW	070822	200.0	19.0	7.4	124.4	0.2	2.2	0.1	0.8	0.6	28.0	7.5	163.8	-10.5	-71.0
15	モ・チュ	ブナカ	1360	R	070822	84.0	16.5	7.0	32.9	0.3	6.6	0.2	1.2	0.5	10.2	0.8	52.7	-13.1	-91.0
16	クルタンの水	ブナカ	1350	CW	070822	28.0	16.0	6.6	9.7	0.2	1.3	0.1	1.3	0.8	1.1	0.1	14.6	-10.8	-73.0
17	ドチュ・ラ東の沢水	ティンブ	3050	S	070822	15.0	15.0	6.6	7.3	0.1	0.1	0.0	1.0	0.5	0.3	0.1	9.4	-11.5	-78.0
18	ドチュ・ラの雨水	ティンブ	3150	P	070819	8.0	13.0	6.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	1.3	-11.5	-82.0
19	ホンツォの沢水	ティンブ	2900	S	070819	42.0	17.0	6.8	21.9	0.1	0.5	0.0	0.9	0.6	3.4	0.9	28.3	-11.5	-84.0
20	オセパンの沢水	ティンブ	2800	S	070822	25.0	15.0	7.0	9.7	0.2	1.0	0.0	2.2	0.9	0.9	0.1	15.0	-11.9	-84.0
21	ティンブ・チュ	ティンブ	2400	R	070818	148.0	13.0	7.6	78.0	0.1	5.7	0.1	0.5	0.4	23.1	2.2	110.1	-13.9	-98.0
22	ティンブの水	ティンブ	2400	CW	070818	51.0	22.0	7.2	19.5	0.2	1.7	0.0	0.7	0.7	4.0	0.5	27.3	-13.1	-93.0
23	ワン・チュ	ティンブ	2170	R	070823	131.0	17.0	7.4	69.5	0.4	4.7	0.5	1.0	0.7	19.0	1.9	97.7	-13.2	-94.0
24	パロ空港の水	パロ	2250	CW	070818	81.0	15.0	7.0	40.2	0.2	1.5	0.0	1.6	1.7	7.3	2.1	54.6	-12.7	-90.0
25	パロの水	パロ	2300	CW	070823	73.0	20.0	7.2	39.0	0.2	1.0	0.0	0.4	0.9	7.0	2.6	51.1	-12.3	-89.0
26	ド・チュ	パロ	2270	R	070824	73.0	14.5	7.0	37.8	0.2	1.9	0.0	0.8	0.5	9.4	1.0	51.6	-13.4	-94.0
27	パロ・チュ	パロ	2260	R	070823	115.0	14.0	7.0	53.6	0.2	7.8	0.0	0.8	0.5	15.5	1.9	80.3	-14.0	-100.0
28	タクツォンの滝	パロ	3010	S	070824	27.0	12.0	7.0	12.2	0.1	0.7	0.0	1.3	0.6	1.6	0.1	16.6	-12.3	-89.0
29	タクツォンの沢水	パロ	3050	S	070824	73.0	13.0	7.0	24.4	6.4	1.0	0.2	4.1	2.3	4.2	1.2	43.8	-11.6	-86.0
30	コルカタの水	インド	50	CW	070817	1320.0	20.0	7.6	512.4	117.8	45.8	1.6	95.8	5.5	86.6	47.2	912.7	-4.7	-32.0

{水源: S=渓流水・沢水(一部は湧水)、R=河川水、CW=水道水、P=雨水}

チュ (No. 27) などの水は Ca-HCO_3 型を示していた。その他のうち、やや成分量の多いモ・チュ (No. 15)・ホンツォの沢水 (No. 19)・ティンブの水 (No. 22)・パロ空港の水 (No. 24)・パロの水 (No. 25) やド・チュ (No. 26) の水も、やはり組成は Ca-HCO_3 型ないしは $(\text{Ca}+\text{Mg})\text{-HCO}_3$ 型であった。しかし、溶存成分量の少ないクルタンの水 (No. 16) やド・チュラ東の沢水 (No. 17)・オセパンの沢水 (No. 20)・タクツォンの滝 (No. 28) は Na-HCO_3 型に Ca-HCO_3 型が混合したタイプを示し、中央部の水と同じような組成であった。そして、タクツォンの沢水 (No. 29) については $(\text{Ca}+\text{Mg})\text{-HCO}_3$ 型と Na-Cl 型の混合タイプを示していた。また、ド・チュラの雨水 (No. 18) は雨水ということで、溶存成分量がほとんど無い水であり、組成としては一応 Na-Cl 型であった。なお、インドのコルカタの水 (No. 30) は高濃度の水であり、ブータンの水とは異なる。組成は $(\text{Ca}+\text{Mg})\text{-HCO}_3$ 型と Na-Cl 型の混合タイプを示していた。

ブータンの水の水質組成はおおよそ Ca-HCO_3 型と Na-HCO_3 型、およびその他の3つに分けられ

る。このうちで、溶存成分量が多く Ca-HCO_3 型を示していた水は、堆積岩類の地域に位置しているか、上流域に堆積岩類が分布している河川水・渓流水であることが地質図より確認された。これに対して、溶存成分量が少なく Na-HCO_3 型を示していた水は、大部分が変成岩類の地域に分布していた。すなわち、水質分析結果からは、採水したブータンの水は分布している地質の影響が表れているといえよう。ところで、硝酸イオン (NO_3^-) については、すべてが 0.5mg/L 以下であり、この地域での汚染の兆候はほとんどみられなかった。

次に、採水してきた水については酸素と水素の同位体比も測定した (表2)。重たい同位体組成を示したインドのコルカタ ($\delta^{18}\text{O}$ が -4.7‰ 、 δD が -32.0‰) を除き、ブータン国内の水については、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) が -8.7‰ ~ -14.0‰ 、水素同位体比 (δD) が -59.0‰ ~ -100.0‰ と、ともに広い範囲の値を示し、かつ軽い傾向を示している。酸素同位体比と水素同位体比の相関を表したのが図6の δ -ダイアグラムである。全体としては「 $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + d$ 」という直線上にほぼ分布

図5 水質組成図

しており、ほとんどは $d = 0$ と $d = +20$ の間に入っている。この図をみると、河川水 (No. 1・No. 15・No. 21・No. 23・No. 26と No. 27) は最も軽い部分に属している。これに対して、山腹からの沢水などの水 (No. 10・No. 11・No. 7・No. 8・No. 9・No. 13・No. 14と No. 16) は重たい部分に属している。これらの中間に、プムタンの沢水など (No. 2~No. 5)・ヨトン・ラの水 (No. 6)・ティンプの沢水など (No. 17・No. 19・No. 20) やタクツァンの沢水 (No. 29)、およびドチュ・ラの雨水 (No. 18) などが属している。ティンプの水 (No. 22) とパロでの沢水など (No. 24・No. 25と No. 28) はもう少し軽い部類に属する。

酸素と水素の同位体比が低いということは、降水の高度効果に基づく、より標高の高い所で涵養されたことを意味する。そこで、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) と採水地点の標高との相関を示したのが図7である。採水地点の標高で図示したため、高度効果のほどはわかりづらいが、涵養高度を H とすると、およそ「 $H = -500\delta^{18}\text{O} - 2000$ 」ほどの回帰式が求まる。これは $-0.2\text{‰}/100\text{m}$ の高度効果を示している。河川水 (No. 1・No. 15・No. 21・

No. 23・No. 26と No. 27) は、降雨の他に氷河や万年雪などを水源としており、降水としての涵養高度は5000m以上の高所であることが推定され、標高差にすると3000~4000mほどになる。実際、中国との国境付近には7000m級の山々が位置しており、河川水の水源もそれに近い標高であり、平均の涵養高度としては先程の値は矛盾しない。そして、ティンプの水道水 (No. 22) やパロでの水道水 (No. 24・No. 25) も5000m近い所に涵養域があると考えられる。また、標高の低い所 (1300mあまり) に位置するワンディポダン (No. 14) とクルタン (No. 16) の水道水も、標高差で2500mほど高い3500m当たりの所に涵養域があると考えられる。これらの涵養高度の値は、プータンの中央部や北部の地形や地勢を考慮に入れると、あまり矛盾しない値でもある。これに対して、トンサ西の沢水 (No. 10) やトンサ東の沢水①と② (No. 7・8)・チェンデブジの水 (No. 11)・ドチュ・ラ東の沢水 (No. 17) などは、比較的低い標高差 (500mあまり) で涵養されていることになる。その他の地点の水については、1000mほどの標高差の所に涵養域があるものと見積もられる。

図6 $\delta^{18}\text{O}$ と δD の関係

図7 $\delta^{18}\text{O}$ と採水地点標高との関係

5. おわりに

謝 辞

今回の観光ツアーで回った際に、バスの車窓から見えるブータンの町や山村および山々の風景は、緑が豊かであり、道沿いを流れる川は澄んでいて、ブータンは水が豊かであるとのイメージがすぐに見て取れた。たしかに南部の低地帯の一部では年降水量が5000mmに達する大量の雨が降るが、しかし内陸地帯では700～1000mmほどであり、北部の山岳地帯では400mm以下となり、地域差が大きいことも特徴である。そして近年は、モンスーンによる雨季の時期が少しズレて、雨の降り方もシトシトと降るような形に変わってきたという。また、標高に関しては150mの低地から7500mほどの氷河を抱く高山までと比高差も大きく、地形の起伏が非常に激しい山岳地帯がほとんどであるために、水の管理には極めて難しい土地でもある。こうした地形や水文気象条件を反映して、現実としては「使える水」は非常に少なく、「安全な水」も少ないという。工業化が進んでおらず、大量の水需要はない。しかしながら、生活用水については伝統的な生活習慣から近代的な生活様式を営むようになると、数倍の水量が必要となる。そして、使う水量が増えれば、それだけ排水等による水質の悪化も増加することになる。今後、ブータンにおいては水量や水質についての水問題が浮上し、解決すべき重要な政策課題の一つとなるように思えた。

ブータンの地質図に関しては、廣田 猛氏（元サン地質（株）代表取締役、現在JICAのシニア・ボランティアでティンプ在住）より便宜を図ってもらいました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 今枝由郎 (2008) : ブータンに魅せられて. 岩波新書、191p.
- 地球の歩き方編集室 (2007) : ブータン (07～08年版).ダイヤモンド・ビッグ社、296p.
- ドルジェ・ワンモ・ワンチェック (2007) : 幸福大国ブータン・王妃が語る桃源郷の素顔. 今枝由郎訳、日本放送出版協会、253p.
- 平山修一 (2005) : 現代ブータンを知るための60章. 明石書店、355p.
- 平山修一 (2007) : 美しい国ブータン. リヨン社、206p.
- ブータン王国教育省 (2008) : ブータンの歴史・ブータン小中学校歴史教科書. 平山修一監訳、明石書店、338p.
- 山本けいこ (2001) : ブータン・雷龍王国への扉. 明石書店、285p.
- Dieter Zürcher and Kunzang Choden (2003): BHUTAN – Land of Spirituality and Modernization Role of Water in Daili Life. *New Dawn Press, Inc.* 160p.
<http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/kion/Bhutan>
(受付：2008年12月25日、受理：2009年1月14日)