

ポプジカ村の水生昆虫

ワンデュ・ポダン県ポプジカ村 水生昆虫生息調査と水質の簡易測定について

カワゲラの会 掛川 優子

<http://kawagera.sakura.ne.jp/>

1、はじめに

2014 年 8 月 14 日、ブータン国ワンデュ・ポタン県ポプジカ村ナカ・チュ (Nakay Chhu) で水生昆虫生息調査を行った。ポプジカ村は中央部が湿原となっており、冬にはヒマラヤからオグロヅル *Grus nigricollis* が渡ってくる村である。ナカ・チュはそのオグロヅルが餌場としている湿原のほぼ中央を流れる川である。(写真 1)。

ポプジカ村は標高約 2,800m~4,000m、人口 4,716 人、戸数 450 戸のうち 7 割が農家である。牧畜が主で、約 8,700 頭の牛や馬が村内に放牧されている(P121 末武参照)。1980 年代初頭にジャガイモの栽培が導入され、重要な換金作物となり化学肥料も多用されるようになった。そのため、谷底の湿原の環境悪化が懸念されるようになっていⁱ。

なお、ブータンでは川の名前は流れている地名にチュ Chhu (川・水) を付ける。詳しく地名や川の名前が記されている地図を見つけることは難しい。調査した川は、ガイドブックⁱⁱにはキソナ・チュとなっているが、王立自然保護協会印刷物にある Map of Pphobjikha には Nake Chhu と Chhu karp の 2 本の蛇行する川が記されている(P139)。これは現地で流れる蛇行河川の流路とも一致し、地元の伝説ⁱⁱⁱに残る「ポプジカ谷に流れている 2 本の美しい蛇行河川 Nakay Chhu (Chhu Naap-black water) と Gay Chhu (Chhu Karp-white water)」

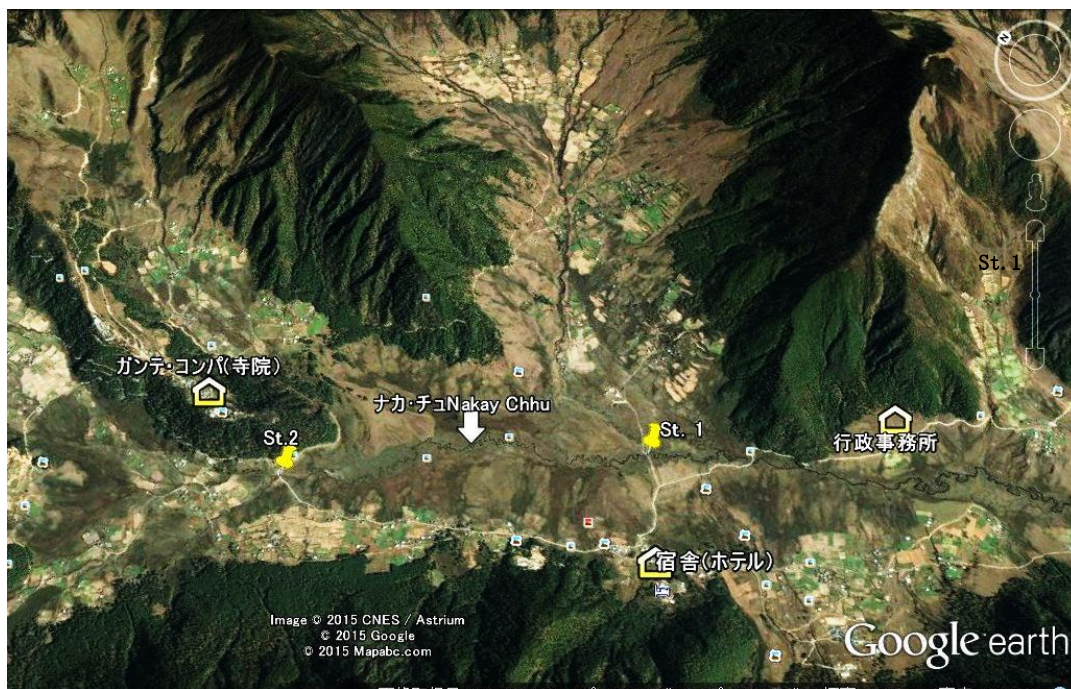


写真 1 水生昆虫調査地点図 ワンデュ・ポタン県ポプジカ村

27° 28' N 90° 9' E 付近標高約 2800m

Google Earth より筆者作成

との標記とも重なるため、本報では河川名をナカ・チュ Nakay Chhu、ゲイ・チュ Gay Chhu とした。ブータンで広く使われている言語ゾンカ語で Naap は黒、Karp は白を意味する。

調査の結果、2 地点で確認した底生動物を含む水生昆虫(以下水生昆虫)は、カゲロウ目 Ephemeroptera 4 科、カワゲラ目 Plecoptera 2 科、トビケラ目 Trichoptera 2 科、コウチュウ目 Coleoptera 2 科、ハエ目 Diptera 3 科、ミミズ綱 Oligochaeta、ヒル綱 Hirudinea の 2 綱神部 廣子 12 科 14 種類であった。優占種は山地溪流に生息するミヤマシマトビケラと、緩やかな流れでよくみられるコカゲロウ科 Baetidae であった。

確認した 14 種類の内、9 種類がスコア 8 以上の種類であった。スコアとは底生動物の各科に対して水質汚濁への耐忍性の弱いものから強いものへ 10 から 1 まで順に与えられたもので、出現したすべての科のスコアの合計値(総スコア値)を科数で割ったものを平均スコア値とし、その値は 10 に近いほど汚濁の程度が小さい河川環境であり、1 に近いほど汚濁の程度が大きい河川とされている^{iv}。採集した水生昆虫は良好な河川環境を示した。

同時に、水質の状況を知るために、化学的酸素要求量(COD)及び水素イオン濃度指数(pH)の簡易測定を行った。水質の簡易測定は、同村行政事務所の外・内水道水、ヨトン・ラ(峠)の湧水及びナムリン滝(図 1)、およびまたブータン国内で市販されているミネラルウォーター(ROYAL・BHUTAN)でも行った。

COD 値は全地点で 5mg/L 以上の高い値を示した。最高値はヨトン・ラ(峠)の湧水で、10 mg/L を示した。ミネラルウォーターも 5 mg/L を示した。日本での COD 値の目安は、河川の上流では 1 mg/L~2 mg/L、河川の下流水で 2 mg/L~10 mg/L である^{vi}。それを目安とすると下流域の汚濁した河川水が示す数値であった。

pH 値は 7 試料のうち 6 試料が 5 を示した。ヨトン・ラは 4.5 を示した。天然水の pH 値は通常 7.0 付近であるから、全地点で自然水としては、強い酸性を示した。

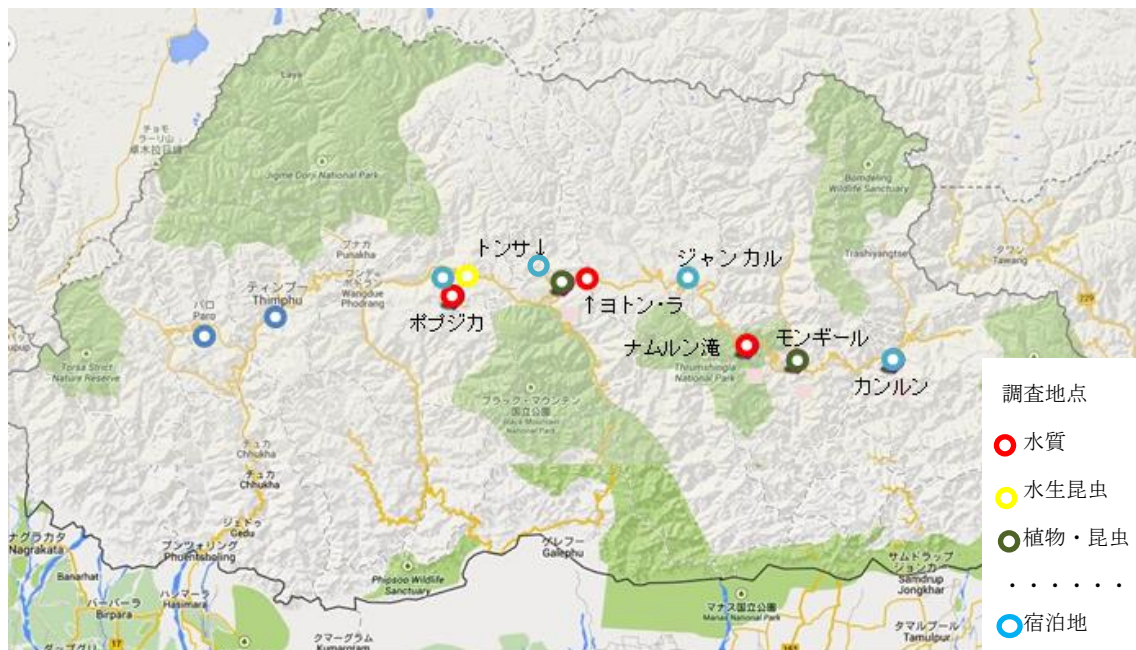


図 1 調査地点全図(全行程図)

日本でも湿原では動植物の分解によって生ずる腐植質の寄与により化学的酸素要求量 (COD) が高く、水素イオン濃度指数 (pH) が酸性を示す報告^{viiviii}があるから、湿原であるポプジカも同様のことが考えられる。加えて、行政事務所でも懸念されていたように (P143)、放牧に由来する有機物の影響があると思われた。

ブータンでは湿原だけでなく、峠などの高地でも、COD 値が高く、pH 値が酸性を示した。

2、調査内容

2014年8月14日にポプジカの水生昆虫生息状況を知るために、ナカ・チュ Nakay Chhu の2地点(写真1)で、水生昆虫調査を行った。

2014年8月13日～同8月15日に、水質の状況を知るために、上記2地点と、ポプジカ村行政事務所の水道、ヨトン・ラ、ナムルン滝、ミネラルウォーター (LOYAL・BHUTAN) で、化学的酸素要求量 (以後 COD) と水素イオン濃度指数(以後 pH) の簡易測定を行った。

3、水生昆虫調査

1) 調査地点と調査日

2014年8月14日に調査河川 ワンデュ・ポタン件ポプジカ村ナカ・チュで行った。

St.1 ポプジカ村ナカ・チュ下流 北緯 27° 27' 39.084 東経 90° 10' 51.864

St.2 ポプジカ村ナカ・チュ上流 北緯 27° 28' 44.772 東経 90° 9' 50.190

標高約 2800mで、ポプジカの一番低い湿原にある。

下流を St.1 としたのは、調査した順である。

2) 調査方法と結果

採集はDフレームネットを使用し、ネットの開口部を流れに向けて持ち、約1分上流側の川底を足で一分ほど蹴り起こし、まき上がってきたものをネットで受けた。流速も早く、流心には向かえず岸際を移動し、これを3回～5回行った。同様に2地点で行った。採取した水生昆虫は、科まで分類し、スコア値を記載したリストを「改訂スコア表 (案) ^{ix}」(野崎 2012) から作成した (表 1)。

同定には、川合・谷田編(2005)「日本産水生昆虫一科・属・種への検索」準拠し、丸山・高井著(2000)「原色川虫図鑑」を参考にした。

2)-1 St.1

宿舎 Yue-Loki Guest House を下り、トレッキングコースに向かって東に行くとナカ・チュに出る。そこにかかる橋の直下で採集した (写真 2)。橋の名は不明である。

流路状況は、川幅約 5m、水深は岸際で膝丈、岸際よりすぐ深くなりそのまま河床はやや平坦に見えた。流量が多く、流心に向かえないほど流れは速かった。水の色はやや透明の濁り水で、砂泥が流れている色であった。ゴミなどは流れていなかった。

確認した水生昆虫は、カゲロウ目はヒラタカゲロウ科 Heptageniidae、コカゲロウ科 Baetidae、マダラカゲロウ科 Ephemeridae の 3 科、カワゲラ目はオナシカワゲラ科 Nemouridae 科、トビケラ目はアミメシマトビケラ科 Arctopsychidae 科、ハエ目ガガンボ

科 Tipulidae、ブユ科 Simuliidae、ユスリカ科（腹鰓なし）Chironomidae の 3 科、ミミズ綱、ヒル綱の 4 目 8 科 2 綱であった（写真 3-1, 3-2）。

優占してあらわれたのは、源流から山地溪流を中心に生息するアミメシマトビケラ属の一種であった。現在スコア値が与えられていないが、10 が与えられると思える河川環境に生息している種類である。次いで個体数が多かったのは、コカゲロウ科であった。流れの緩やかな岸際などに見られることが多い。マダラカゲロウ科には淵や平瀬、湖沼の落ち葉の下などに生息するシリナガマダラカゲロウ属 *Ephacereilla* の特徴を持つ種類が見られた。カワゲラ類では酸性河川によくみられるオナシカワゲラ科^{*}が見られた。日本で確認されている種に当てはめると、オナシカワゲラ属 *Nemoura* とフサオナシカワゲラ属 *Amphinemurara* の一種であった。ミミズ類とヒル類も見られた。ミミズ類は体型が太くイトミミズ科 Tubificidae とは別種と思われ、ヒル類は眼点が 1 対あるヌマビル *Helobdella stagnalis* の特徴がみられ、シマイシビルとは別種であった。ヌマビルは止水や暖流域に見られる種



St.1 採集地点。朝 6:30、放されて、牛たちがこちらに向かって道をやってきた。道端の草を食べながら歩いている。



St.1 採集地点。岸際からすぐ深くなり、ひざ下までであった。水は濁っていた。乾季は流れが穏やかになり、透明で、泳ぐ魚が見えると聞く。左が上流。



調査地点橋の上から下流側を見る。流路は画面左に曲がりその後右の山裾に蛇行しながら流れていく。人工構造物は、橋以外はみなかった。周辺の植生は、牛が餌として食べているので、高く繁茂していないと思われる。日本との違いである。



ネットに入っていた礫や砂礫をトレイにあけた。右の大きめの礫は動物を取り終わったもの。河床の状態は礫床で、頭大の礫が多かったが、間隙に砂礫がつまり硬いはまり石状態で、動かすことはできないほどであった。

写真 2 水生昆虫を採集した St. 1

である。日本ではイトミミズ類とシマイシビル *Dina Lineata* が汚れた水の指標となっており、スコアもミミズ綱 4 とヒル綱 2 と低い値が与えられている。しかし、両者とも様々な河川環境でみられ、ミミズ類は生物量が大きいので食物連鎖上で重要な役割を果たしている^{xi}し、捕食性のヒル類の存在は、餌となる川虫たちの存在を、たとえ調査の綱には入らなかったとしても示してくれる。

スコアは、総スコア 47、平均スコア値 6.2 であった。8 以上が上流域を示すとすれば、中流域を示す値となった。ミミズ類とヒル類がスコア値を低めにしていること以外にも、河床が間隙に砂礫がつまり硬いはまり石状態であったこと、調査時期が水生昆虫が少ない 8 月であり、またブータンでは雨季で流量が多いことなどの影響もあると思われる。

しかし、橋以外に人工構造物は見えず、細かく蛇行して流れる湿原に見られる自然な流れに、山地溪流に見られるアミメシマトビケラ属が優占して生息し、カワゲラ、カゲロウ、トビケラに加え、ハエ類なども見られたことから、良好で多様な環境を併せ持つ川であるといえる。

しかし、COD 値は 8g/L、pH 値は 5 を示した。

2)-2 St. 2

St. 1 より約 2.6km 上流。宿舎から国道 1 号線に向かい北上すると、ガンテ・コンパ寺院の建つ丘の下を流れているナカ・チュを渡る橋がある。その橋の袂に降り、採集した。橋の名は不明である。丘の上に大きな寺院が立ち、付属する僧学校や家屋などもあり、人由来の負荷は St. 1 より高いと思えた。しかしカルマガイドから「下流の St. 1 よりここ St. 2 のほうが水はきれいなはずである」と説明があった。生活系・放牧系由来の廃水が集まっていく谷底の湿原よりは標高が上がったためと思われた。

川幅や周りの植生の様子などに大きな違いは感じなかったが、流速は St. 1 より早く、採集のために移動できる範囲が狭かったため、橋の下にも入って採集した(写真 3)。

出現した水生昆虫は、コカゲロウ科 Baetidae、トビイロカゲロウ科 Leptophlebiidae、カワゲラ科 Perlidae、ヤマトビケラ科 Glossosomatidae、ヒメドロムシ科 Elmidae の 5 種類であった(写真 4)。

優占種は、コカゲロウ科で、採集した個体数のほとんどを占めた。この種類は St. 1 でも多く見られていた。カワゲラは、上流域のやや速い流れに見られるモンカワゲラ属 *Calineuris* の一種であった。トビケラ類はやや穏やかな流れの石の表面に砂粒の巣を作っているヤマトビケラ属 *Glossosoma* sp であった。

スコアは合計スコア値 23、平均スコア値 8.2 となり、平均スコア値は上流域の河川環境を示す値であった。優占していたコカゲロウ科のスコアだけが 6 で、それ以外はどれも 8 から 9 の高いスコアが与えられている種類であった。

表1 ポプジカ村ナカ・チュで採集した底生動物のスコア法によるリスト

| 分類群名 | スコア | St. 1 | St. 2 |
|----------------------------------|-----|-------|-------|
| カゲロウ目 Ephemeroptera | | | |
| ヒラタカゲロウ科 Heptageniidae | 9 | 1 | |
| コカゲロウ科 Baetidae | 6 | 11 | 15 |
| トビイロカゲロウ科 Leptophlebiidae | 9 | | 1 |
| マダラカゲロウ科 Ephemeridae | 8 | 2 | |
| カワゲラ目 Plecoptera | | | |
| オナシカワゲラ科 Nemouridae | 6 | 4 | |
| カワゲラ科 Perlidae | 9 | | 1 |
| トビケラ目 Tricoptera | | | |
| アミメシマトビケラ科 Arctopsychidae | | 14 | |
| ヤマトビケラ科 Glossosomatidae | 9 | | 2 |
| コウチュウ目 Coleoptera | | | |
| マルドロムシ科 Georissidae | | 1 | |
| ヒメドロムシ科 Elmidae | 8 | | 4 |
| ハエ目 Diptera | | | |
| ガガンボ科 Tipulidae 8 | 8 | 2 | |
| ブユ科 Simuliidae | 7 | 1 | |
| ユスリカ科 (腹鰓なし) Chironomidae | 6 | 5 | |
| ミミズ綱 Oligochaeta | 4 | 5 | |
| ヒル綱 Hirudinea 2 | 2 | 2 | |
| 合計種類数 | 13 | 11 | 5 |
| 合計スコア値 | 91 | 47 | 23 |
| 平均スコア値 (average score per taxon) | 7 | 6.2 | 8.2 |
| COD | | 8 | 6 |
| pH | | 5 | 5 |

*本表は野崎 (2012) より日本版平均スコア法の改訂スコア表 (案) をもとに作成した

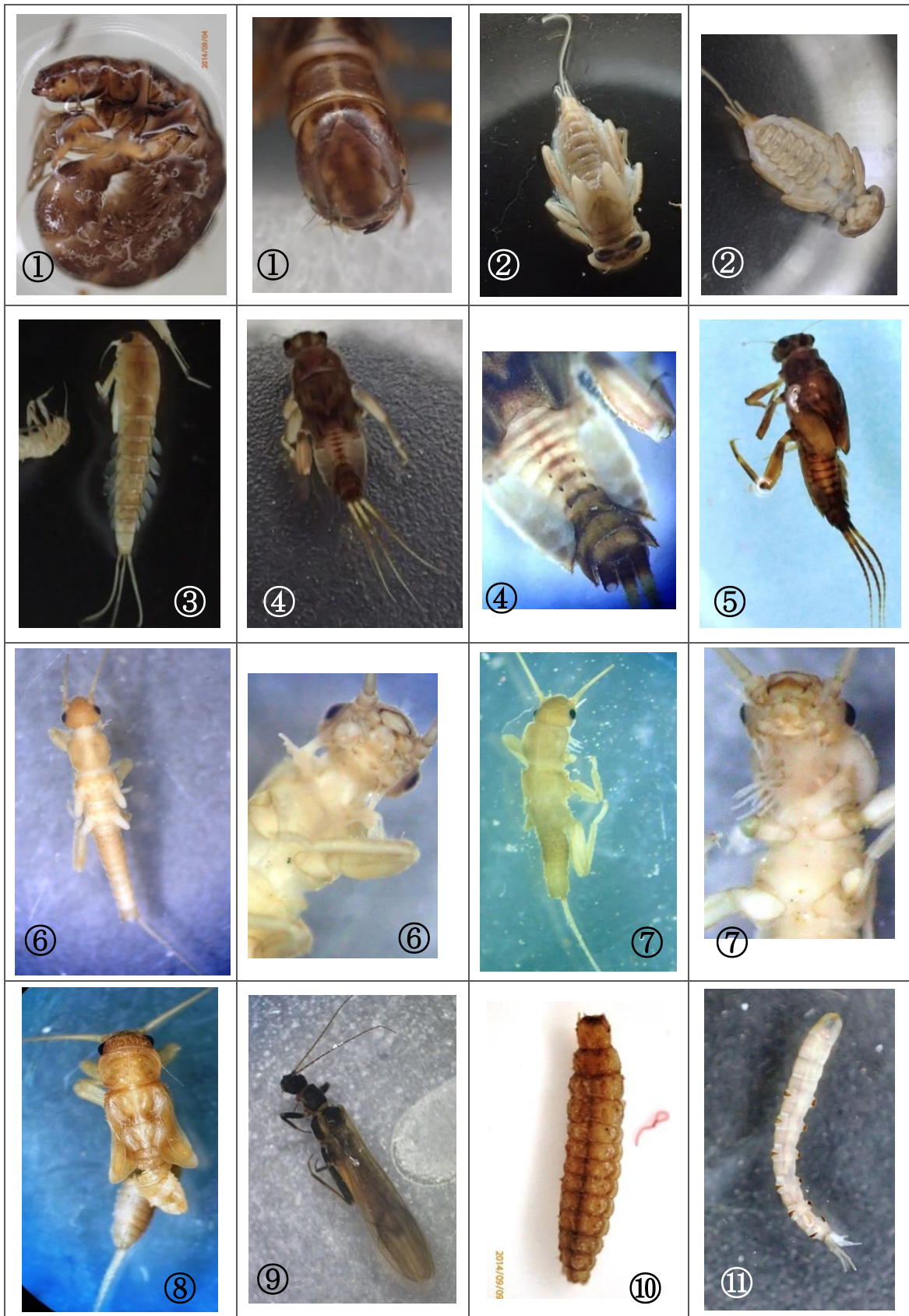


写真 3-1 St. 1 (ナカ・チュ下流) で見られた底生動物 (次ページに続く)

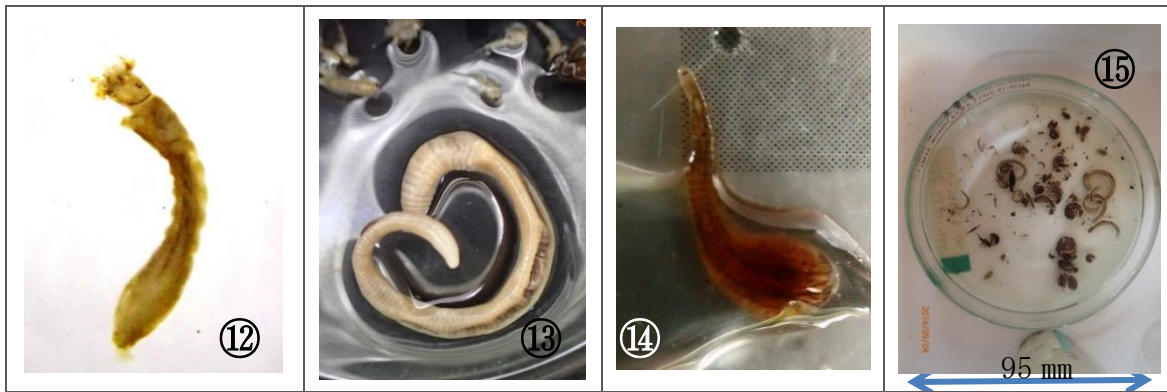


写真 3-2 St. 1 (ナカ・チュ下流) で見られた底生動物 :

①アミメシマトビケラ属 *Arctopsyche* の 1 種、ただしこのグループ(アミメシマトビケラ科 Arctopsychidae)には東南アジアから *Maesaipsyche* という幼虫不明の属が記録されており、それが分布する可能性があるのもので確実ではない。②ヒラタカゲロウ科 Heptageniidae 背面と腹面。ヒメヒラタカゲロウ属 *Rhithrogena* のトップのえらが腹面で接する特徴が見える。③コカゲロウ科 Baetidae ④マダラカゲロウ科 Ephemeriidae 背面とえら。シリナガマダラカゲロウ属 *Ephaderele* の特徴の中胸側縁に飛び出ている三角形状がみえる。⑤マダラカゲロウ科 ⑥⑦⑧オナシカワゲラ科 Nemouridae。⑥⑦は前胸に糸状のえらがある。⑧はえらがなく、画像は内臓が飛び出している ⑨カワゲラ成虫 ⑩マルドロムシ科 Georissidae ⑪ガガンボ科 Tipulidae ⑫ブユ科 Simuliidae ⑬ミミズ綱 Oligochaeta ⑭ヒル綱 Hirudinea (眼点は 1 対) ⑮9.5cm シャーレに入れた底生動物の全て

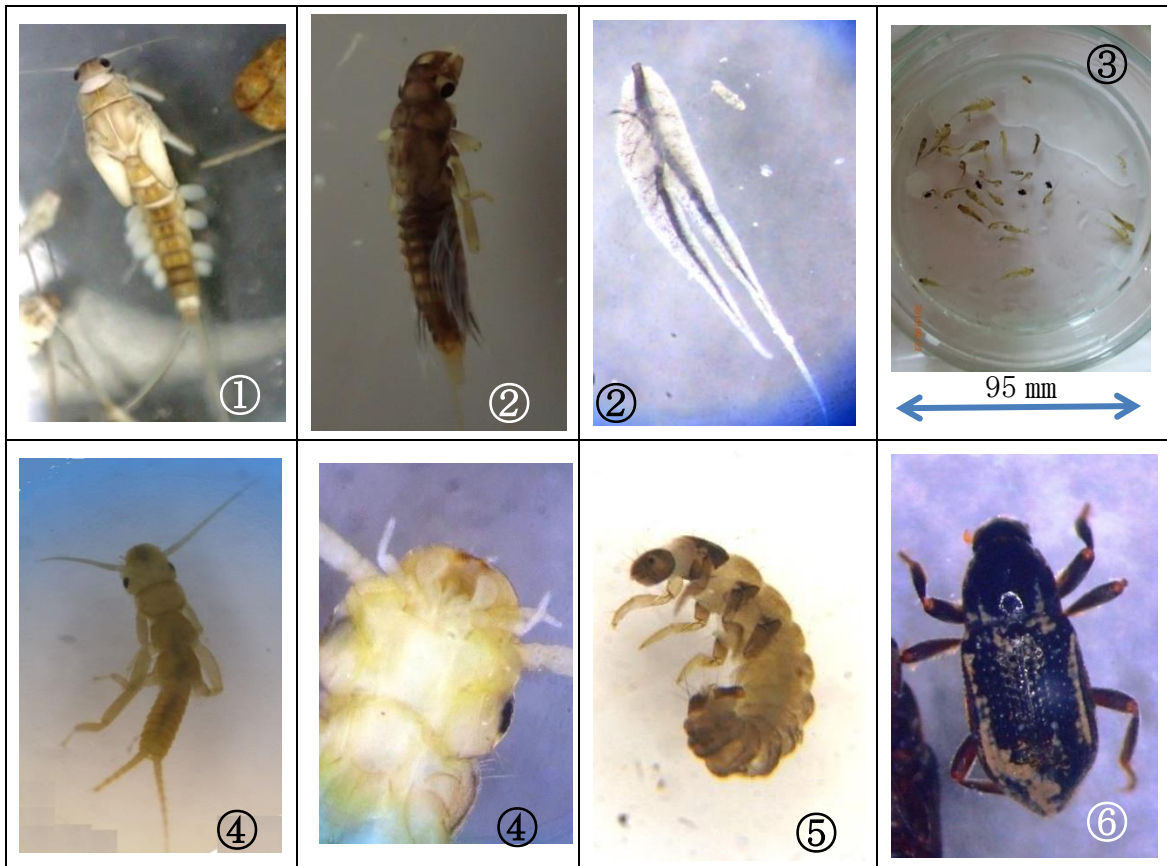


写真 4 St. 2 (ナカ・チュ上流) で見られた底生動物

①コカゲロウ科 Baetidae ②トビイロカゲロウ科 Leptophlebiidae の背面とえら④カワゲラ科 Perlidae の背面と口器. 幼生. 横隆起ない ⑤ヤマトビケラ科 Glossosomatidae ⑥ヒメドロムシ科 Elmidae

St.1 に比べ、種類数、個体数ともに少なかった。St.1 で述べたと同様に季節的な影響が考えられるが、採集のために河床を蹴っていると、St.1 よりもっと固く礫間に砂が詰まっていると感じられたから微生物息場所が少なくなっていること、流速が速くなっていることの影響などが考えられる(写真5)。

COD 値も 6mg/L を示し、St.1 より 2mg/L 低かった。この差は、廃水による有機物の減少を示していると思われる。

pH 値は 5 で St.2 と同じ値であった。



St.2. ポブジカ村ナカ・チュ上流。採取した底生動物の選別中の中末武さんと松田さん(右)。そばに立ちDフレームネットを手から離さず、興味深く覗き込んでいるドルジドライバー。その横で虫に背中を向けていたカルマガイド(中央)。ブータンでは宗教上の理由で、特に小さな生き物の殺生はしないといわれる。彼は敬虔な仏教徒であった。このブータンで川虫を採集できたことは幸いであった。しかし同時に行った水質測定にはカルマガイドも興味を示し、他の地点でも測定してはどうかと勧めてくれた。



選別中。ネットの中に入った物の全量。St.1 と比べると、礫径が小さく、量も少ない。



作業終了後、採取した底生動物や水質についてドルジドライバーと一緒にメンバーで確認した。

写真5 水生昆虫を採集した St.2

4. 水質簡易測定

1) 調査地点、調査日、測定方法

2014年8月13日～同8月15日に、以下の6地点とミネラルウォーター1種類で、COD及びPHの簡易測定を行った。以下、調査日の順に記載し、表2に示した。

2014年8月13日

St. 3 ポプジカ村行政事務所外水道 北緯 27° 26' 56.78 東経 90° 11' 30.15

St. 4 同上 中水道

2014年8月14日 (St. 1・St. 2は水生昆虫調査と同時に行った。)

St. 1 ポプジカ村ナカ・チュ下流 北緯 27° 27' 39.084 東経 90° 10' 51.864

St. 2 ポプジカ村ナカ・チュ上流 北緯 27° 28' 44.772 東経 90° 9' 50.190

標高 St. 1・2, 840m、St. 2・2, 895m

St. 5 ヨトン・ラ(峠)の湧水 北緯 27° 31' 6.168 東経 90° 35' 25.326 標高約 3,400m。

2014年8月15日

St. 6 ナムリンの滝 北緯 27, 19, 32, 634 東経 91, 4. 39. 750 標高約 2, 700m

ミネラルウォーター (LOYAL・BHUTAN)

CODはパックテスト(共立理化学研究所、パックテストCOD及びCOD低濃度)を使用した。pHはpH試験紙(アズワン・pH試験紙pH測定領域:0.0~14.0)を使用した。

St. 1~St. 5は採水後に現地で測定した。St. 6は、時間がなく、試料を共洗いしたミネラルウォーターの空ボトルに入れて持ち帰り、宿舎で測定した。ミネラルウォーターも宿舎で測定した。

表2 水質の簡易測定結果一覧

| 測定年月日 | ワンデュ・ボタン県ポプジカ | | ブムタン県 | | モンガル県 | | ミネラル ウォーター |
|---------------|---|---|--|--|--|-----------|---------------|
| | 2014・8・13 | 2014・8・14 | 2014・8・14 | 2014・8・15 | 2014・8・15 | 2014・8・15 | |
| 測定地点 | St. 3 27° 28' 56.78N 90° 11' 30.15E | St. 4 27° 27' 39.084 90° 10' 51.864 | St. 1 27° 28' 44.772 90° 9' 50.190 | St. 2 27° 31' 6.168 90° 35' 25.326 | St. 5 27, 19, 32, 634 91, 4. 39. 750 | St. 6 | |
| 標高 (m) | 2879 | 2, 840 | 2, 895 | 約3, 400 | 約2700 | | |
| 測定時刻 | pm4:30 | am6:30 | am9:40 | pm3:05 | am10:15 | am:4:20 | |
| 水温 (°C) | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 | — | |
| COD (mg/L) | — | — | 8 | 5~10 | 10 | — | — |
| COD(D) (mg/L) | 7 | 5 | 8以上 | 6 | 8以上 | 5 | 5 |
| PH | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.5 | 5 | 5 |

*St. 3 (行政事務所外水道) St. 4 (行政事務所中水道) St. 1 (ナカ チュ下流) St. 2 (ナカ チュ上流) St. 5 (ヨトン・ラ) St. 6 (ナムリン滝)

*緯度経度は オリンパスTG-3の測定値を使用した。標高はその緯度経度からGoogle Earthで取得した。

2) 測定結果

COD 値はヨトン・ラが 10 mg/L で最高であった。低い値はポプジカの行政事務所の中水道、ナムルンの滝、ミネラルウォーターの 5mg/L であった。

pH 値はヨトン・ラが 4.5 で最も小さく、他の地点は、pH 5 であった。

2)-1 St. 1・St. 2 (写真 6-1・6-2)

水生昆虫調査と同地点である。St. 1 は COD 値 8mg/L、pH 値 5 を示し、St. 2 は COD 値 6mg/L、pH 値 5 を示した。

COD 値が上流の St. 2 のほうが 2 mg/L 低くなっている。地形の違いで、流れ込む有機物量が少ないと思われる。



写真 6-1 St. 1 パックテスト (低濃度用) で 8mg/L 以上、パックテストで 8mg/L を示した。



写真 6-2 St. 2 パックテスト (低濃度用) で 6mg/L、パックテストで 5~10mg/L を示した。

2)-2 St. 3・St. 4 (写真 7)

St. 3 外の水道水は COD 値 8mg/L、pH 値 5 を示した。

St. 4 家屋内の水道水は COD 値 5mg/L、pH 値 5 を示した。St. 2 の湿原の川ナカ・チュとほぼ同じ値であった。水源は沢の水を自然勾配で引いている簡易水道、と思われた。St. 4 は簡易濾過している。どちらも COD 値としては下流域の値である。

本地点を測定した経緯については、「ワンデュ・ポダン県ポプジカ村の記録」P143 に記した。



写真 7 ワンデュ・ポダン県ポプジカ村行政事務所の外の水道水と家屋内水道水(水色のポリバケツの中)を測定した。手前にあるのがコンクリート製枠で立ち上げている外水道である。

2)-3 St.5 ヨトン・ラ (写真8)

国道1号線でトンサからブムタンの間にあるなだらかな峠である。冬季はこの付近は家畜の放牧地になっている(高橋2014)。

COD値は測定した6地点の中で最も高い10 mg/Lであった。pH値も4.5で測定地点の中で最も酸性が強かった。浅い地下水であることが考えられる。



ヨトン・ラのチョルテン(仏塔)。この峠の湧水がCOD値が測定地点の中で最も高い値を示した。



CODパケットテスト。10 mg/Lを示したので、念のためもう1回行ったが、同じであった。画像の色が違うのは、先に測定したほうが反応が進んでいく。



ダルシン(経文旗)の奥に湧水が出ていた。



利用されている様子があった。味は雑味があり、まずかった。

写真8 ヨトン・ラ

2)-4 St.6 ナムリン滝 (写真9)

国道1号線のたくさんの難所のうち最大といわれるトゥムシン・ラ 3,740mから下り、クリ・チュまで下る途中にある滝。滝の上を走っていたことに、あとで気が付く。

しぶきを上げて噴出している水は、黄褐色であった。河床の色が重なって、画像ではよけい濃く見えるのかもしれない。山際で採取した水は無色透明に見えた。このあたりでは滝のように流れ落ちてくる細流を何本も見したが、黄褐色に見えた。腐植質の中のフミン酸^{xii}が溶け込んでいる色であると考えられる。

COD値は測定した6地点の中で最も低い低5mg/Lであった。pH値は5であった。

2)-5 ミネラルウォーター（写真10）

ブータン国内で出回っているミネラルウォーターも測定した。商品名は「ROYAL・BHUTAN ロイヤル・ブータン」である。測定は、宿舎で行った（写真9）。

COD値はCOD 5mg/Lであった。pH値は5であった。

この値は、COD値、pHともに St. 4 ポプジカ行政事務所中水道、St. 6 ナムリン滝と同様であった。



ナムルン滝。滝の上に橋が架かっている。流れている水は、黄褐色である。河床の色も透けて見えているのかもしれない。車の後ろにペットボトルを持って山側で採水している筆者が写りこんでいた



ナムルン滝の全景。中央やや上を横切っている細い線が道路。
(撮影：鈴木明美)

写真9 ナムリン滝



写真10 測定したミネラルウォーターROYAL・BHUTAN。
ブータンの国中に出回っている商品。

5、まとめ

2014年8月14日、ブータン国ワンデュ・ポタン県ポプジカ村ナカ・チュで水生昆虫生息調査を行った。ポプジカ村は浅い穏やかな谷で中央部が湿原となっており、冬にはヒマラヤからオグロズルが渡ってくる村である。ナカ・チュはそのオグロズルが餌場としている湿原のほぼ中央を流れる川である。ポプジカでは1980年代初頭にジャガイモの栽培が導入さ

れ盛んになってきたことにより、人口増加や化学肥料の多用による環境悪化が懸念されるようになっている。

ポプジカで行った水生昆虫生息調査からは、多様な生息場所のある良好な河川環境がうかがえた。河川環境を数値で表す平均スコア値は、6.2~8.2 を示し、日本の中流域から上流域の環境を示した。その値は10に近いほど汚濁の程度が小さい河川環境であるとされている。

水質の状況を知るために、COD 及び pH の簡易測定を行った。測定地点は、ナカ・チュ 2 地点のほかに、同村行政事務所の内・外水道水、ヨトン・ラ（峠）の湧水、ナムリン滝の 6 地点とブータン国内で市販されているミネラルウォーター(ROYAL・BHUTAN) である。

その結果、COD 値は全地点で 5mg/L 以上の高い値を示した。最高値はヨトン・ラ（峠）の湧水で 10 mg/L を示した。最低値は、ポプジカ村行政事務所の中水道、ナムリン滝、ミネラルウォーターの 5mg/L であった。日本での COD 値の目安からすると、河川の下流水が示す値であった。

pH 値は 7 試料のうち 6 試料が 5 を示した。ヨトン・ラは 4.5 を示した。天然水の pH 値は通常 7.0 付近であるから、全地点で自然水としては、強い酸性を示した。

しかし水生昆虫の生息上状況からは、汚濁が進んだ水域とは思えない。日本でも湿原では動植物の分解によって生ずる腐植質の寄与により COD 値が高く、pH 値が酸性を示す報告があるから、湿原であるポプジカは同様のことが考えられるし、湿原ではない地点でも酸性であることから、腐植質の寄与があると考えられる。ナムリン滝は、湧き出した水が黄褐色であった。腐植質の中のフミン酸を含む水は黄褐色であり、それが調査した地点の水質に大きく寄与していると考えられる。

陸水学でブラックウォーターと呼ぶ川がある。他の河川よりも栄養が豊富で、湿地や沼地を通り水深が深く流れが遅く、枯れ葉などが川底に堆積し、流れている水は透明な黒～茶色に着色された豊かな栄養を含む水が流れる酸性河川ある^{xiii}、と説明される。

今回行った水生昆虫生息調査と水質の測定結果を合わせ考えると、ポプジカの湿原を流れるナカ・チュもブラックウォーターと言えるのではないか。調査時のナカ・チュは、雨季のため流れが速く落ち葉の堆積もほとんど見えなかったが、カルマガイドから乾季は流量が減り、流れが緩やかになると聞いた。採集した水生昆虫からも、流れが緩やかで河床に落ち葉などが堆積している環境の存在が伺え、ポプジカの伝説に残る「Chhu Naap 黒い水」というゾンカ語は、腐食質を含む黒～茶色の色のついた川水がナカ・チュに流れていたことを物語っている。

本調査では、生物調査と化学指標による水質測定を合わせ行うことにより、見えてきた結果があり、そのことに喜びを感じた。

春、川底に羽化する前の多くの種がみられる季節、ポプジカの川にはどのような川虫たちが生息しているのだろうか。のぞき込み問いかければ、日本の川虫たちと同じように答えを返してくれることだろうと思うのである。

- ⁱ河合明宣(2013)「ブータンの市民社会組織—2つの事例に即して—」『ヒマラヤ学誌』No.14、
- ⁱⁱ高橋洋(2014)地球の歩き方ブータン、p155、株式会社ダイヤモンド・ビッグ社
- ⁱⁱⁱ <http://www.dewachenhotel.com>
- ^{iv}国土交通省河川局河川環境課. 2009. 今後の河川水質管理の指標について(案)【改訂版】、表 5.19 スア法、pp44
- ^v 岡内完治 (2003) 誰でもできるパックテストで環境調べ、合同出版
- ^{vi} 小倉紀夫 (1997) 調べる・身近な水、講談社
- ^{vii} 濱口龍司 (1988) 釧路地区湿原水の水質について、公益社団法人 日本技術士会北海道本部 www.ipej-hokkaido.jp/koryu/kg015.htm、
- ^{viii} 八戸 法昭. 石川 清. 高坂智. 長野満(1993) 風蓮湖水質環境の現状と問題点, 衛生工学シンポジウム論文集, 1: 353-358
- ^{ix}野崎隆夫(2012)大型底生動物を用いた河川環境評価—日本版平均スコア法の再検討と展開—水環境学会誌 第35巻 第4号pp. 118~ 121 社団法人 日本水環境学会
- ^x清水隆夫 (2010) カワゲラ目の環境指標性、河川環境の指標生物学、北隆館
- ^{xi} 大高明史 (2010) 水生ミミズと河川環境、河川環境の指標生物学、北隆館
- ^{xii} 眞柄泰基(1997)水道の水質調査法[水源から給水栓まで]、P195、技報堂出版
- ^{xiii} フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia) ブラックウォーター (陸水学)

6、引用文献

- 1 大高明史 (2010) 水生ミミズと河川環境、河川環境の指標生物学、北隆館
- 2 岡内完治 (2003) 誰でもできるパックテストで環境調べ、合同出版
- 3 小倉紀夫 (1997) 調べる・身近な水、講談社
- 4 河合明宣(2013)「ブータンの市民社会組織—2つの事例に即して—」『ヒマラヤ学誌』No.14、
- 5 国土交通省河川局河川環境課. 2009. 今後の河川水質管理の指標について(案)【改訂版】、表 5.19 スア法、pp44
- 6 清水隆夫 (2010) カワゲラ目の環境指標性、河川環境の指標生物学、北隆館
- 7 高橋洋(2014)地球の歩き方ブータン、p155、株式会社ダイヤモンド・ビッグ社
- 8 野崎隆夫(2012)大型底生動物を用いた河川環境評価—日本版平均スコア法の再検討と展開—水環境学会誌 第35巻 第4号pp. 118~ 121 社団法人 日本水環境学会
- 9 八戸 法昭. 石川 清. 高坂智. 長野満(1993) 風蓮湖水質環境の現状と問題点, 衛生工学シンポジウム論文集, 1: 353-358
- 10 濱口龍司 (1988) 釧路地区湿原水の水質について、公益社団法人 日本技術士会北海道本部 www.ipej-hokkaido.jp/koryu/kg015.htm、
- 11 眞柄泰基(1997)水道の水質調査法[水源から給水栓まで]、P195、技報堂出版
- 12 フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia) ブラックウォーター (陸水学)
- 13 <http://www.dewachenhotel.com>