名水を訪ねて (95) スロベニア・クロアチアの水

島野安雄*・藪崎志穂**

Visit to valuable water springs (95) Waters in Slovenia and Croatia

Yasuo SHIMANO* and Shiho YABUSAKI**

1. はじめに

今回は、ヨーロッパの中央南部に位置し、アドリア海に面して近年注目を浴びている旧ユーゴスラビアのスロベニア・クロアチアの二カ国、およびオーストリアの一部などを巡ってきた。このアドリア海沿岸地域は、太陽のリゾート地と呼ばれ、ヨーロッパの奥座敷として知られている。スロベニアとクロアチアは、かつての東ローマと西ローマとのほぼ中間に位置しているために、両者の文化の影響を受けて多彩なスタイルの教会をはじめとした建築群などが建てられていて、世界遺産に登録された町も立地している。

アドリア海に沿ってディナルアルプス山脈が長く帯状に延びており、山間地や海岸付近には石灰岩地域特有のカルスト地形が展開している。カルスト (Karst) の語源となったクラス (Kras) 地方とは、スロベニアの南西部に位置し、ヨーロッパ最大級のポストイナ鍾乳洞や世界遺産であるシュコツィヤン鍾乳洞などの数多くの鍾乳洞が点在している。また、クロアチアでは石灰棚 (石灰華段丘) で知られるプリトヴィッツェ湖群やクル

カ川も位置している。それらカルスト地形の名勝地を巡る途中で、世界文化遺産に登録された町にも立ち寄ってきた。古くから栄えてきた町々で、中世につくられた教会や城塞などを訪れた際には、古い井戸を多く見かけた。そして、ヨーロッパの町々の特徴として、多くの場合、教会の周辺には広場があり、その広場には噴水や塔が造られているのが普通であり、水に関係する風景も目にしてきた。

今回のスロベニア・クロアチアおよびオーストリアなどを巡った2010年8月末～9月上旬の一週間あまりの旅では、石灰岩からなるカルスト地形の地域を主体に、5カ所の世界遺産やいくつかの自然公園などを訪れた。特に、クロアチアでは6カ所の世界遺産の内の4カ所を巡ってきた。この旅行の中では20数カ所ほどの町や地点を巡り、35カ所以上で採水を行ってきた。それらの多くは町の水道水や河川水・湖沼水などであり、日本流の名水の基準には合致しないが、海外での地域の水として取り上げる。

* 文星芸術大学 (〒320-0058 栃木県宇都宮市上戸祭4-8-15)

** 立正大学地球環境科学部

2. スロベニア・クロアチアの歴史・文化・自然環境

スロベニアとクロアチアは、ヨーロッパアルプスの南東側の地域にあってアドリア海に面し、イタリア・オーストリア・ハンガリー・セルビアおよびボスニア・ヘルツェゴビナなどの国々に囲まれた所に位置している (図1)。この地域は地中海地方・アルプス地方・パンノキア (ハンガリー盆地の辺り) 地方という、ヨーロッパの中でも3つの異なった世界が隣り合わせて存在する所でもある。この両国はともに第二次世界大戦後は旧ユーゴスラビア連邦に属していたが、20年前に独立した国である。かつての旧ユーゴスラビア連邦は典型的な多民族国家で、一つの国に2つの文字、3つの宗教、4つの言語、5つの主要民族、6つの共和国が混在し、7つの国に囲まれていたというモザイクのような国であった。そうした多様な状況を纏め上げたのがチトー大統領 (チトーとは偽名で、本名はヨシップ・プロズという) であったが、彼の死後10年にして民族間の争いが噴き出し、いくつかの共和国で内戦が起こり、独立して連邦が崩壊したのは記憶に新しいことでもある。これら2つの国々および周辺地域などの緒事情に関しては、地球の歩き方編集室 (2007 ;

2009) や外山・中島 (2009) および Sehic Denis ほか (2010) などを参照して述べる。

スロベニア共和国は、面積 $20,256\text{km}^2$ (四国とほぼ同じ広さ)、人口約 202 万人の小さな国で、国民の約 9 割がスロベニア人であり、宗教はローマ・カトリックを信仰し、公用語は南スラヴ語系のスロベニア語 (ラテン文字を使用) である。国旗はスラヴ特有の三色旗からなり、上が白、中が青、下が赤であり、左上には山と湖などを形取った紋章が描かれている。このスロベニアは、歴史は古いが常に外からの圧制者に支配され続けて苦しみ満ちていたが、1991 年 6 月に念願の独立をとげ、歴史上初めて国家として世界地図にその名を記した。近年は EU に加盟し、ユーロを導入したことにより、旅行が楽になっていて、多くの観光客が訪れるようになっている。

スロベニアの北西部はユリアンアルプスが聳える山岳地域で、アルプス山系の中では最も南東に位置し、知名度ではスイスにかなわないが、太陽の当たる側の山地 (サニー・アルプスとも言う) として知られ、多くの山岳愛好家を魅了してきた所でもある。その南に位置するブレッド湖はアルプスの瞳とも称されている。国の南西部を中心に、全国では 6000 カ所以上の鍾乳洞が存在していて、周辺表層部にはドリーネ・ウバーレ・ポリエやカレンフェルト、あるいは小丘などのカルスト地形が展開し、変化に富んだ美しい風景があふれている。

クロアチア共和国 (クロアチア語ではフルヴァツカ (Hrvatska) という) は、面積 $56,542\text{km}^2$ (九州の約 1.5 倍の広さ)、人口約 450 万人を有している。国土はボスニア・ヘルツェゴビナを間に挟んで馬蹄形を呈していて、国境線は約 2,200km と面積の割には長く、そしてアドリア海には 1,200 ほどの島々が点在している。人口の約 9 割をスラヴ系のクロアチア人が占めており、宗教はローマ・カトリックが信仰され、公用語はクロアチア語 (ラテン文字を使用) が使われている。現在の国内状況については、大きくは 6 つの地域に分かれている。首都のザグレブが位置しているのが中央クロアチアで、その北が北部地方、東にはスラヴォニア・バラニャ地方、西にクヴァルネル地方があり、さらに西に位置しているのがイストラ (半島) であり、アドリア海南部はダルマチア地方と呼ばれ

図1 スロベニア・クロアチアの位置図

ている。ところで、国旗にも地域のことが表れていて、汎スラヴの三色旗の上の赤が内陸部、中の白が海岸部、下の青がアドリア海の色を表し、旗の真ん中には国章である赤白チェックの上に冠のように5つの紋章が乗っている。これら5つの紋章についてはクロアチアを構成する5つの歴史的な地域、左からクロアチア・ドブロヴニク・ダルマチア・イストラ・スラヴォニアを表していると考えられ、現在の地域区分とは少し異なる。クロアチアでは、首都のザグレブおよびアドリア海沿いの古い街並みの町々が観光客にとって魅力的であり、特に美しいアドリア海沿いの町はヨーロッパ人にとって人気のリゾート地となっている。しかし、1991年に始まった独立戦争では、これらアドリア海沿いの旧市街地にも砲火が浴びせられ大きな被害を被ったが、まもなく復旧・復興し、かつての活気と繁栄を取り戻して、近年は多くの観光客で賑わっている。

次に、地形・地質等の特徴に関してみてみることにする。アドリア海に面したこの地域には、ディナルアルプス山脈が北西から南東にかけて広く分布しており、両国の自然環境の基となる地形・地質構造の主体を形作っている。このディナルアルプス山中では、数列の構造線が山地列と並走しており、その間に盆地・山間地列も同様に連なって存在していて、ポリエもつくられている。

図2は地質の概略図(UNESCO-CGMW、1972-1983やUNESCO、1969; 1972を基に作成)を示したもので、スロベニア・クロアチアおよびボスニア・ヘルツェゴビナなどの地域には中生代および新生代古第三紀の堆積岩類が広く分布している。その大部分は石灰岩(一部に、ドロマイトや大理石を含む)とされ、カルスト地形を形づくる元となっている。古生代の堆積岩類はそれらの地層の間に散発的に分布している。スロベニア北西部からオーストリアの中央南部にかけてはアルプス山脈とその支脈の部分であり、より古い先カンブリア時代の岩石(部分的には変成作用を受けている)等も存在し複雑な地質構造を呈している。平地部では、ハンガリー盆地を中心にドナウ川とその支流であるサバ川やドラバ川などの流路沿いの地域には完新世の沖積層が分布し、またそれらの周辺地域には広く新第三紀層が展開している。

なお、火山岩類や深成岩類などの分布は少なく、かつ点的である。

スロベニアの北西部はアルプス山脈に沿って東西方向に走るカラバンケ山脈やユリアンアルプスなどの山地列が存在している。カラバンケ山脈はオーストリアとの国境をなし、その南西側のイタリアとの国境沿いに展開するユリアン・アルプスにはスロベニア最高峰のトリグラフ山(2864m)が位置している。このユリアン・アルプスの地域は、“サニー・アルプス”として有名である。この地域から南東方向、つまりクロアチアやボスニア・ヘルツェゴビナ、さらには南のモンテネグロまで続くアドリア海沿いの地域にはディナルアルプス山脈が広く帯状に延びている。この山脈は中生代ジュラ紀・白亜紀や新生代古第三紀の堆積岩からなり、その多くは石灰岩(一部はドロマイト(白雲岩)ならびに変成作用により大理石になったものもある)から構成されている。そのため石灰岩の溶食作用によって形成された独特の景観であるカルスト地形が広く展開している。

カルスト(Karst)とは、スロベニア南西部の地域名であるクラス(Kras)がドイツ語化して呼ばれるようになった地形用語で、今日では石灰岩地域での溶食地形に広く使用されている。アドリア海に面したディナルアルプス山脈の地域に展開しているカルスト地形に関しては図3に模式図(漆原、1996を一部改変)を示しておいたが、実際現地において目に見えるのは表層部の一部分でしかなく、多くは地下の部分(鍾乳洞などの地下系)にあって見られないことが多い。溶食盆地のポリエとして有名なボスナ周辺地域の地図を見た場合、カルスト湧泉として出現して河川が流れているが、やがてポノールという吸い込み穴に流れて洞窟に流れ込んでしまい、その後の流路が不明で追跡できないことも多い。しかしながら、今回訪れたクルカ川やプリトヴィツェ川のように、溶け出した石灰質が再結晶化して、石灰棚が河床に造り出された所もある。なお、アドリア海に流れ出る河川に関しては、山地が海に迫っていることから大きな河川流域はなく、小さな河川ばかりであって、かつ数も少ないことが特徴である。

気象・水文環境に関して、気候は海岸部が夏期には乾燥して冬期に雨が降るという地中海性気候

図2 地質概要図 (UNESCO-CGMW、1972-1983などを基に作成)

を示すが、内陸部はやや冷涼な西岸海洋性気候を、そして高地では冷帯湿潤気候となっている。主な都市の気温と降水量を表1に示したが、スロベニアの首都リュブリャナでは年平均気温が10.4℃、年降水量は1368mmと、降水量は他地域よりも多い。クロアチアでは首都のザグレブで年平均気温が10.7℃、年降水量が856mm、アドリア海沿岸部のスプリットでそれぞれ16.1℃、806mm、同じくドブロヴニクで16.6℃、1036mmとなっていて、沿岸部では気温が高く、また降水量は南部ほど多いという傾向がみられ、かつ沿岸部では夏季よりも冬季に降水量が多いという地中海性気

候の特色を反映している。オーストリアの首都ウィーンでは年平均気温が10.6℃と、リュブリャナやザグレブとほぼ同じ気温であるが、年降水量は620mmとかなり少ない水量を示していた。全般に、アドリア海に沿った地域は穏やかな気候であるが、内陸部のやや標高の高い所では、冬季に雪が降り積もり、寒さも厳しい。しかしながら、ディナルアルプス山中のポリエに溜まった冬季の冷気は、局地風の“ボラ”として、山間の峠を越えてアドリア海に向かって冷たい強風を吹き下ろすことが知られている。

図3 カルスト地形の模式図（漆原、1996 を一部改変）

表1 気温と降水量（旅行のとも ZenTech、2011 を基に作成）

地 点	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
リュブリャナ	平均最高気温(℃)	3.0	6.2	11.2	13.5	20.8	23.9	26.5	26.2	21.5	15.3	7.9	3.4	10.4
	平均最低気温(℃)	-2.8	-1.9	1.4	4.9	9.5	12.7	14.6	14.4	11.0	6.7	1.7	-1.7	
	降 水 量 (mm)	71.0	71.0	87.0	103.0	113.0	154.0	117.0	134.0	131.0	147.0	137.0	103.0	
ザグレブ	平均最高気温(℃)	3.1	6.1	11.3	16.4	21.3	24.6	26.7	26.2	22.3	16.2	9.3	4.4	10.7
	平均最低気温(℃)	-4.0	-2.5	0.9	4.9	9.2	12.7	14.2	13.7	10.4	5.8	1.8	-1.9	
	降 水 量 (mm)	48.6	41.9	51.6	61.5	78.8	99.3	81.0	90.5	82.7	71.6	84.8	63.8	
スプリット	平均最高気温(℃)	10.2	11.0	13.7	17.4	22.5	26.7	29.8	29.5	25.1	20.0	14.9	11.5	16.1
	平均最低気温(℃)	5.3	5.5	7.6	10.8	15.2	18.8	21.6	21.5	18.1	14.1	9.9	6.8	
	降 水 量 (mm)	77.9	64.8	63.6	62.0	54.9	50.8	27.6	42.7	66.9	78.1	111.9	105.1	
ドブロヴニク	平均最高気温(℃)	12.2	12.3	14.4	16.9	21.3	25.2	28.3	28.7	25.4	21.4	16.6	13.3	16.6
	平均最低気温(℃)	6.5	6.4	8.5	10.9	15.2	18.8	21.5	21.7	18.7	15.2	10.8	7.8	
	降 水 量 (mm)	95.2	89.2	97.7	90.9	76.1	48.6	24.1	59.0	78.7	109.9	141.9	125.3	
ウィーン	平均最高気温(℃)	2.9	5.1	10.3	15.2	20.5	23.4	25.6	25.4	20.3	14.2	7.5	4.0	10.6
	平均最低気温(℃)	-2.0	-0.9	2.4	5.8	10.5	13.5	15.4	15.3	11.7	7.0	2.4	-0.5	
	降 水 量 (mm)	37.2	39.4	46.1	51.7	61.8	70.2	68.2	57.8	53.5	40.0	50.0	44.4	

3. 採水地点の状況

実際の旅行経路は、航空機の発着地であるオーストリアの首都ウィーンを出発・帰着地点として、スロベニアとクロアチアなどをバスで巡ってきた。バス旅行であるため、主要な地点間では主に高速道路を通行した。まずは、ウィーンから南下してオーストリアの南部を通り、カラバンケ山脈を貫くトンネルを通してスロベニアへ、そしてクロアチアの首都ザグレブから南下してドブロヴニクの町へ至り、その後は逆に北上してクロアチアの内陸部に入り、再びスロベニアを通してウィーンへと戻ってきた。採水した地点数は35カ所を超えているが、それらの中から33カ所について取り上げることにした。採水地点番号については、旅行順路とは少し異なり、スロベニアとクロアチアについてはおよそ北から南へとラベリングしたが、オーストリアについては逆に南から北に番号付けした(図4)。そして、各々の採水地点の状況に関しては、現地で見えてきたことに加えて、外山・中島(2009)、地球の歩き方編集室(2007、2009)などや旅行中に集めてきた現地のパンフレットなどを参照して述べることにする。

スロベニアについては9カ所で採水してきた。ブレッド湖は、ユリアンアルプスの東に位置する氷河湖で、“アルプスの瞳”と称され、一帯は国立公園に指定されている。森に囲まれた周囲6kmほどの小さな湖で、真ん中にはブレッド島があり(写真1)、聖母被昇天教会が建っていて、手漕ぎのボート(定員18名)に乗って渡ることになる。湖畔から西を見ると、スロベニア最高峰のトリグラフ山が眺められ、またブレッド島や湖上から北東方向を見ると、左の崖上にブレッド城があって、その背後にはオーストリアとの国境をなすカラバンケ山脈が望まれる(写真2)。ここではブレッド湖(No.1)の湖水と泊まった湖畔のホテルの水道水(ブレッド湖畔、No.2)を採水した。

首都リュブリャナは、千年以上もの長い間にわたり神聖ローマ帝国とハプスブルク家の支配下に置かれた町であるため、古い建築物からなる街並みが残っている。リュブリャナ川は旧市街(ルネッサンスとバロック様式の建物)と新市街(プレチ

ニク作によるギリシャやイスラム様式を取り入れた建物)とを分けている川で、それらを結ぶ三本橋や竜の橋(写真3)などが架けられている。竜はリュブリャナ市の象徴でもあり、欄干に4匹造られている。この町では旧市街の市庁舎前の広場やその他でも噴水や水飲み場が見られ、大聖堂脇の水飲み場はとかく綺麗であった(写真4・5)。このリュブリャナではそうした水道水(リュブリャナ、No.3)を採水した。

ポストイナ鍾乳洞は、世界有数の規模を誇る地下空洞で、全長約27kmのうち1/5ほどが一般に公開されている(写真6)。見学には予め時間が決められていて、90分のガイド付きのツアーで見て回ることになる。入口から約2kmは洞内を走るトロッコ列車に10分ほど乗って進る。その後は各国語(外国語は英・仏・独・露語で、日本語はない)を話すガイドと共に1.5km余りを歩いて40～60分ほどで見学するというものであり、洞内は最終部分(写真7)を除き写真撮影は原則禁止であった。帰りはまたトロッコ列車に乗り戻ることになる。このポストイナ鍾乳洞のあるポリエではピプカ川が流れているが、ピプカ川(写真8)はポストイナ鍾乳洞入口付近の下に空いている洞窟の中に流れ込んでいて、その後の流路は不明で、再び地上に流れ出てはいないようである。ここでは、洞窟内を流れていた水(ポストイナ洞窟、No.4)、昼食を食べたレストランの水道水(ポストイナ入口、No.5)、およびピプカ川(No.6)の河川水を採水した。

その他に、スロベニア国内では、ノヴォメスト(No.7)・プレジツェ(No.8)・センチリ(No.9)の町でバスのトイレ休憩等で立ち寄った際に、それぞれ地点の水道水を採取した。

クロアチアの首都ザグレブは、丘の上に立てられた宗教都市(カプトル地区)と商工業の町(グラデツ地区)の二つの中世都市が起源とされ、19世紀に二つの町が正式に合併し、その後の拡充・拡張によって、現在はヨーロッパで最も成長著しい都市の一つになっている。東側のカプトル地区は聖母被昇天大聖堂を中心とする所であり、その前のカプトル広場にはマリア像の塔と噴水がある(写真9)。西のグラデツ(現在はゴルニィ・グラードという)地区にあるのが聖マルコ教会で、紋章

図4 採水地点の位置図

にデザインされた美しい屋根で有名である(写真10)。この聖マルコ教会のある所は、右(東側)の建物が国会議事堂で、左(西側)の建物が大統領官邸であり、クロアチアの行政府の中心地でもある。丘の南側の場所には、ザグレブ市街地のヘソともいえるイエラチッチ広場があり、イエラチッチの騎馬像や17世紀の泉の跡が残っている(写真11)。ここでは二つの旧市街地を結ぶ谷間の道路脇にあった給水栓(写真12)の水を採取してきた(ザグレブ旧市街、No.10)。また、郊外のサバ川南岸に位置するホテルに宿泊したが、その水道水をザグレブ郊外(No.11)として採水してきた。

世界自然遺産に登録されているプリトヴィツェ湖群国立公園は、ザグレブから南へ約110kmの所に位置しているが、その途中にあるカルロヴァツ(No.12)とラコヴィカ(No.13)の町では、休憩の際に水道水を採取した。このプリトヴィツェ湖群は、標高483mから637mまでの標高差約150mの間に階段状に大小16の湖と92の滝が懸かっている渓谷である。通常の散策ルートは、公園入口1から入って廻って湖群を巡り、遊覧船やエコロジーバスに乗って公園入口2から出るというものである(図5)。入口1を入って最初に目にするのが口絵写真Bの落差78mの大滝ヴェリキ・スラブ(右)とサスタヴァツィ滝(左)の勇壮な景観である。その上流側には落差の低い滝が懸かっているが、その間に架けられている木製の遊歩道を通して進むことになる(写真13)。ミラノヴァツ湖では岩壁の白い石灰岩とエメラルドグリーンの湖水とが良く調和している(写真14)。コズジャク湖は一番大きな湖で、東岸には休憩所と遊覧船の発着場(P3)があり、20分ほどの湖の遊覧を楽しんでP2へ渡ることが出来る(写真15)。さらに湖群を廻ると、グラディン湖の部分では数mから十数mの落差の滝が次々と現れる(写真16)。ガロヴァツ湖岸のST3の地点からエコロジーバスに乗ってST2まで至り、入口2で公園を出たが、実際に徒歩で歩いたのは1km余りであった。ここでは入口1近くの場所でプリトヴィツェ川(No.14)を採取した他に、コズジャク湖東岸の休憩所の水道水(プリトヴィツェ、No.15)も採水してきた。なお、プリトヴィツェ

図5 プリトヴィツェ湖群の概要図

川は、この後にコラナ川と名を替え、さらにクパ川からサバ川となり、最終的にはドナウ川へ合流している。

ザグレブからカルロヴァツを通りダルマリア地方のシベニク・トロギールやスプリットなどへは高速道路を利用したが、その途中で休憩あるいは宿泊したプリニエ(No.16)・ゴスピッチ(No.17)・イエセニツェ(No.18)・ナディン(No.19)では、それぞれ水道水を採水した。そして、石灰岩地域の風景として、内陸部のプリニエ付近(写真17)

と海岸部のイエセニツェ付近(写真18)の写真を掲載しておいたが、植生に関しては対照的な景観となっていた。

シベニクはアドリア海岸のほぼ真ん中に位置し、クルカ川の河口に開けた古くからの港町である。このクルカ川を20km余り遡った所には、石灰棚からなる数段の滝群があり(写真19、20)、上流側にできた湖と合わせて国立公園に指定されている。プリトヴィツェ湖群はやや高地にあったが、このクルカ川の地点は、海岸に近く気温も高いことから、夏期には水遊びをしている人々を多く見かけた(写真20)。クルカ川には遊歩道が整備されていて、30分余りで周遊してこれるが、その際にクルカ川(No.20)の河川水を採取した。ロゾヴァツはクルカ川国立公園への入口となっている場所の一つで、専用バスへの乗り換え場所でもあり、レストラン等も立地している。ロゾヴァツ(No.21)の水はレストランの水道水である。

シベニクの旧市街地には数多くの教会が建ち並んでいるが、特に聖ヤコブ大聖堂はゴシック様式とルネサンス様式とが融合した大聖堂として有名で(写真21)、世界文化遺産に登録されている。大聖堂の周辺には古い井戸がいくつか見られたが、いずれも蓋がされていて中が見られなかった。中世の街並みを残した細い路地や階段を上り下りしながら旧市街地を散策している途中で見つけた給水栓(写真22)で、シベニク(No.22)の水として採取した。

シベニクの南のアドリア海岸沿いに位置する古くからの港町がトロギールとスプリットで、ともに世界遺産に登録されている。古都トロギールは、周りを城壁で囲まれた東西500m・南北300mほどの小さな島で、本土と南のチオヴォ島とはそれぞれ橋で結ばれている。狭い島ではあるが、ギリシア時代(紀元前)以降のさまざまな時代の教会や歴史的建造物が犇めいている(写真23)。中でも聖ロヴロ大聖堂はクロアチアを代表する教会で、13世紀に建築が開始され、完成したのは17世紀とのことである。トロギール(No.23)の水は泊まったホテルの水道水を採取したものである。

スプリットはアドリア海沿岸では最大の港町で、ローマ皇帝ディオクレティアヌスが引退後に住んだ宮殿がそのまま旧市街地になった町であ

る(写真24)。建築当時(西暦300年頃)の宮殿は約200m四方の城壁に囲まれていたとされ、それから数百年の歳月が流れた後に廃墟と化した宮殿に人々が住み着き、内部を改装・増築して古代と中世の建物とが複雑に絡み合う独特の街並みとなり、現在の摩訶不思議な街並みの景観ができあがったという。スプリット(No.24)は宮殿内の水道水を採取したものである。

スプリットから南へ下る高速道路や国道8号線沿いの休憩地であるドラツツ(No.25)とブレラ(No.26)では、それぞれ水道水を採水した。アドリア海岸沿いを走る国道8号線では、この地域特有の石灰岩地形からなる独特の風景が見られた(写真25、26)。特に、白い石灰岩の露岩は植物の緑色やアドリア海の青色を対照に鮮やかに映えていた。

この先、国道8号線は、一端、短い区間(海岸線の長さで約9km)であるが、ボスニア・ヘルツェゴビナ国内のネウムの町を通過する。国境には検問所があって、簡単であるが検閲が行われている。ネウムはボスニア・ヘルツェゴビナでは唯一アドリア海に面した場所で、小さな港があり、また道路沿いにはドライブインやレストランなどが建ち並んでいる。ここではドライブインの水道水をネウム(No.27)として採水した。

塩田を囲む城壁で有名なストンを過ぎると、まもなくドブロヴニクの町が見えてくるが(図6)、オンブラ入江の入口付近に最近になって橋が架けられたため(写真27)、便利になったという。ドブロヴニクの新港であるグルージュ港やバスターミナルを通過して、半島の南西端のホテルに宿泊したが、ここでドブロヴニク郊外(No.28)としてホテルの水道水を採水した。アドリア海の真珠と称され、世界文化遺産に登録されているドブロヴニクの旧市街地(写真28)は、町の東側に位置している。周囲約2kmを高い城壁で囲まれているために、出入りは西のピレ門・北のブジャ門・東のプロチェ門の3つの門と海からの入口である旧港のみである。ピレ門に入った先の右手にオノフリオの大噴水(No.29)があり(口絵写真A)、16面の側壁には頭像があり、その口から水が流れ落ちている(写真29)。ここから東には目抜き通りであるプラツァ通りが200mほど延びて

いてルジャ広場へと続いている。ルジャ広場の東側にオノフリオの小噴水があるが、こちらは小型で8面に像が刻まれている(写真30)。オノフリオの噴水は1438年に造られた水道施設で、水源は10km余り離れたスルジ山の北のカルスト湧泉と言われ、今でも冷たい水が観光客らの喉を潤してくれている。

オーストリア国内では4カ所で採水したが、いずれも水道水で宿泊地とバスの休憩地で採取してきた。フェルカーマルクト(No.30)は南部のドラバ川沿いにあるクラゲンフルトの町の東に位置する高速道路(A2)のドライブインである。グラーツは14世紀にハプスブルク家の都となったオーストリア南東部を代表する古い町で、旧市街地は世界文化遺産に登録されている(写真31)。ここでは市庁舎のあるハウプト広場の中央に立つヨハン大公像(写真32)の下に流れ出している噴水の水を採水した(グラーツ、No.31)。ロイパースドルフ(No.32)はグラーツとウィーンを結ぶ高速道路(A2)のほぼ中間に位置するサービスエリアで、標高600mほどの峠越えの道の南側に位置している。そして、首都ウィーンでは、泊まったホテルの水道水(ウィーン、No.33)を採取してきた。

なお、この旅行中は毎日1本のミネラルウォーターが配られたが、その水“Voda”はスロベニアの北東部で採取されたものであることがわかり、ミネラルウォーター(No.34)として試料に加えることにした。

図6 ドブロヴニクの周辺図

4. 水質の特徴

採水してきたサンプルは、実験室で一般溶存成分と安定同位体比に関して分析を行った。一般溶存成分についてはアニオンの炭酸水素(HCO_3^-)・塩化物(Cl^-)・硫酸(SO_4^{2-})・硝酸(NO_3^-)の4イオンとカチオンのナトリウム(Na^+)・カリウム(K^+)・カルシウム(Ca^{2+})・マグネシウム(Mg^{2+})の4イオンの計8成分であり、また安定同位体比については酸素($\delta^{18}\text{O}$)と水素(δD)の2成分である。これらの分析値と採水時に計測した電気伝導度・水温・pHなどの項目を一覧表に示したのが表2である。

現地で測定した電気伝導度は260～1520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ とやや幅広い値を示していて、最高濃度を示したネウム(No.27)を除けば、260～800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と少し差が縮まる。しかしながら、500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上の地点が1/3を占めており、全般的には高濃度の地点が多いといえよう。水温については10.0～26.0℃とやはり幅広い値を示しているが、最低水温を示したポストイナ洞窟(No.4)と最高水温のフェルカーマルクト(No.30)の2地点を除くと15.0～22.5℃とかなり値が狭まり、2/3以上の地点では20℃以下となっていた。pHについては7.0～8.0の範囲であって、中性ないしはアルカリ性を示していて、7.0以下の弱酸性を示す地点はなかった。

主要8成分の濃度の合計値と硬度(米式、 CaCO_3 濃度に換算)とについてみると、濃度合計値は143～625mg/Lの範囲であり、200～400mg/Lが大部分を占めていた。硬度は84～254mg/Lの範囲であって、200mg/Lを超えていたのは8地点あった。ところで、石灰棚で有名な中国の九寨溝や黄龍の水(島野、2005)と比較してみると、今回訪れたプリトヴィツェ川(No.14)やクルカ川(No.20)の方がやや低濃度であった。また、わが国の沖縄の石灰岩地域の水(下地・島野、2004; 川満ほか、2011)と比べてみても、プリトヴィツェ川(No.14)やクルカ川(No.20)の方がやや低濃度であった。

次に、水質分析結果をもとに、一般溶存成分についてヘキサダイアグラム表示とトリリニアダイアグラム表示で表したのが図7の水質組成図であ

写真1 ブレッド湖とブレッド島

写真2 ブレッド湖上から北東を望む

写真3 リュブリャナ市・竜の橋

写真4 大聖堂脇の水飲み場

写真5 水飲み場の飲み口

写真6 ポストイナ鍾乳洞の入口付近

写真7 鍾乳洞内のトロッキ乗り場への入口

写真8 ピブカ川 (右上に鍾乳洞入口)

写真9 カプトル広場の塔と噴水

写真10 紋章に飾られた聖マルコ教会

写真11 イェラッチ広場の噴水

写真12 旧市街地にあった給水栓

写真13 プリトヴィツェ湖群と遊歩道

写真14 ミラノヴァツ湖と石灰岩の岩壁

写真15 コズジャク湖を渡る遊覧船

写真16 グラディン湖の滝

写真 17 プリニェ付近の風景

写真 18 イェセニツェ付近の風景

写真 19 クルカ川①（上流側の石灰棚）

写真 20 クルカ川②（下流側の石灰棚）

写真 21 シベニクの聖ヤコブ大聖堂

写真 22 旧市街地内の給水栓

写真 23 トロギール島の北門付近(後に聖ロヴロ大聖堂)

写真 24 ディオクレティアヌス宮殿内の大聖堂と鐘楼

写真 25 オミシュ付近の風景

写真 26 プレラ西の風景

写真 27 ドブロヴニクの新港と新しい橋

写真 28 ドブロヴニク旧市街地の遠景

写真 29 オノフリオの大噴水の頭像

写真 30 オノフリオの小噴水

写真 31 グラーツ旧市街地

写真 32 ヨハン大公の像と噴水

表2 水質分析結果

番号	採水地点の名称	国名	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)	硬度 (mg/L)	$\delta^{18}O$ (‰)	δD (‰)	d-値 (‰)
1	ブレッド湖	SL	Lw	100831	310.0	22.0	8.0	184.8	3.9	5.6	0.0	2.6	0.7	33.4	14.0	245.0	140.9	-8.00	-55.1	8.9
2	ブレッド湖畔	SL	Cw	100831	280.0	17.5	7.6	158.6	1.2	1.6	1.0	0.5	0.0	40.4	6.2	209.5	126.4	-10.18	-67.5	14.0
3	リュブリャナ	SL	Cw	100905	510.0	15.5	7.6	159.2	7.2	10.5	10.7	2.9	0.5	37.3	15.7	244.0	157.6	-9.10	-61.8	11.0
4	ポストイナ洞窟	SL	Gw	100901	290.0	10.0	7.4	161.6	1.4	5.6	5.4	1.1	0.2	53.4	0.6	229.3	135.9	-7.77	-55.9	6.2
5	ポストイナ入口	SL	Cw	100901	370.0	15.0	7.4	211.6	2.3	3.4	3.2	3.2	0.1	58.4	6.6	288.8	173.0	-9.28	-59.8	14.5
6	ピブカ川	SL	R	100901	550.0	16.0	7.4	252.5	38.7	10.5	2.2	29.9	5.1	65.3	4.0	408.2	179.6	-7.36	-47.8	11.1
7	ノヴォメスト	SL	Cw	100905	480.0	20.5	7.2	244.0	3.7	3.1	4.8	1.4	0.4	53.4	19.2	330.0	212.2	-10.20	-69.9	11.7
8	ブレジツェ	SL	Cw	100901	430.0	21.0	7.4	255.5	1.7	2.9	0.8	6.1	0.5	51.8	12.8	332.1	181.9	-9.86	-67.1	11.8
9	センチリ	SL	Cw	100906	480.0	18.0	7.0	183.6	8.8	31.6	2.9	9.1	2.2	49.3	11.2	298.7	169.1	-10.43	-74.3	9.2
10	ザグレブ旧市街	CR	Cw	100901	740.0	17.0	7.2	194.5	20.0	22.4	15.8	10.6	1.8	46.9	21.1	333.1	203.7	-8.96	-61.0	10.6
11	ザグレブ郊外	CR	Cw	100901	800.0	17.8	7.2	199.4	21.9	23.0	16.3	10.5	1.2	47.8	23.6	351.0	216.2	-8.90	-61.3	9.9
12	カルロヴァツ	CR	Cw	100905	440.0	18.0	7.0	254.9	3.0	6.7	0.1	3.2	0.5	62.3	11.5	342.2	202.9	-10.19	-72.0	9.5
13	ラコヴィカ	CR	Cw	100905	440.0	18.0	7.8	251.3	3.4	3.1	1.3	0.5	0.1	45.1	21.8	326.6	202.1	-10.98	-75.0	12.9
14	プリトヴィッツェ川	CR	R	100905	370.0	18.5	7.8	190.3	1.0	2.9	1.6	0.1	0.1	30.6	20.7	247.3	161.3	-10.42	-71.2	12.1
15	プリトヴィッツェ	CR	Cw	100905	480.0	16.0	7.6	224.4	1.0	3.9	3.8	0.1	0.0	39.6	22.1	294.9	189.6	-11.04	-74.0	14.4
16	ブリニェ	CR	Cw	100902	480.0	18.0	7.2	210.4	1.2	2.7	2.3	0.2	0.3	36.6	20.8	274.5	176.7	-10.67	-71.6	13.7
17	ゴスピッチ	CR	Cw	100904	260.0	16.5	7.4	147.6	1.9	3.2	0.1	1.2	0.2	41.8	2.5	198.5	114.7	-7.70	-55.8	5.8
18	イエセニツェ	CR	Cw	100902	390.0	22.0	7.4	90.8	3.9	15.6	0.6	2.1	0.1	24.6	5.6	143.3	84.4	-8.10	-52.6	12.2
19	ナディン	CR	Cw	100904	420.0	18.0	7.8	167.1	4.5	16.8	0.6	2.6	0.2	56.6	6.1	254.5	166.5	-8.44	-54.4	13.2
20	クルカ川	CR	R	100902	500.0	22.5	7.6	131.1	4.6	85.0	1.8	4.0	0.6	58.8	10.7	296.6	190.8	-7.94	-51.9	11.6
21	ロゾヴァツ	CR	Cw	100902	520.0	18.0	7.4	163.4	4.4	55.7	0.7	2.7	0.4	69.1	8.0	304.4	205.5	-7.75	-50.8	11.2
22	シベニク	CR	Cw	100902	530.0	22.0	7.2	122.6	3.6	53.1	0.6	2.3	0.3	50.6	7.7	240.8	158.0	-7.73	-50.8	11.0
23	トロギール	CR	Cw	100902	460.0	17.5	7.4	139.0	10.6	13.5	1.5	7.1	0.2	39.0	6.1	217.6	122.5	-7.84	-50.7	12.0
24	スプリット	CR	Cw	100903	450.0	17.0	7.2	234.8	10.8	13.3	1.8	8.1	0.3	68.1	6.8	344.0	198.1	-7.72	-50.3	11.4
25	ドラツ	CR	Cw	100904	370.0	18.0	7.8	122.6	3.1	12.7	0.9	2.2	0.2	37.4	4.3	183.4	111.1	-7.98	-49.5	14.4
26	ブレラ	CR	Cw	100903	430.0	21.3	7.8	175.0	31.4	13.5	0.7	20.0	0.5	50.2	5.1	296.4	146.4	-8.62	-57.3	11.6
27	ネウム	BH	Cw	100903	1520.0	18.0	7.2	26.2	285.8	84.6	4.4	134.3	1.3	69.0	19.9	625.5	254.0	-6.42	-41.6	9.8
28	ドブロヴニク郊外	CR	Cw	100903	370.0	21.0	7.2	211.0	3.4	3.8	0.1	1.7	0.2	54.0	6.3	280.5	160.8	-8.13	-52.6	12.5
29	オノフリオの大噴水	CR	Sp	100904	320.0	16.5	7.2	176.9	2.3	3.8	0.9	1.3	0.4	45.2	6.0	236.8	137.6	-8.38	-52.8	14.3
30	フェルカーマルクト	AU	Cw	100831	460.0	26.0	7.4	234.8	3.8	11.2	15.4	16.3	1.1	50.1	13.5	346.2	180.6	-10.68	-73.5	11.9
31	グラーツ	AU	Cw	100830	730.0	20.5	7.4	161.6	36.3	43.6	22.9	15.5	1.2	56.9	19.8	357.8	223.4	-5.82	-49.3	-2.8
32	ロイバースドルフ	AU	Cw	100906	520.0	20.0	7.0	244.0	4.6	19.5	2.7	6.2	0.8	57.3	13.6	348.7	199.0	-8.97	-64.5	7.2
33	ウィーン	AU	Cw	100906	540.0	18.5	7.8	292.8	5.8	17.4	7.1	69.3	0.7	26.2	11.7	431.0	113.4	-11.20	-81.3	8.4
34	ミナトウォーター (Voda)	SL	BW	1008xx	600.0		7.4	251.3	15.3	2.5	0.6	7.7	0.3	39.7	26.7	344.1	208.7	-9.89	-71.4	8.7

(国名): SL=スロベニア, CR=クロアチア, BH=ボスニア・ヘルツェゴビナ, AU=オーストリア

(水源): Lw=湖沼水, Cw=水道水, Gw=地下水, R=河川水, Sp=湧水, BW=ボトル入りの水

る。ただし、溶存成分量の多いネウム (No.27) のみの1カ所については、ヘキサダイアグラム表示で2倍したものが正しい表示となる。

水質組成に関しては、大半の地点ではCa-HCO₃型ないしはCa (Mg)-HCO₃型を示していた。Ca-HCO₃型を示したのはブレッド湖畔 (No.2)・ポストイナ洞窟 (No.4)・ポストイナ入口 (No.5)・ブレジツェ (No.8)・センチリ (No.9)・カルロヴァツ (No.12)・ゴスピッチ (No.17)・イエセニツェ (No.18)・ナディン (No.19)・トロギール (No.23)・スプリット (No.24)・ドラツ (No.25)・ドブロヴニク郊外 (No.28)・オノフリオの大噴水 (No.29)・フェルカーマルクト (No.30)・ロイバースドルフ (No.32) の16地点であり、そしてMg成分がやや多く含まれたCa (Mg)-HCO₃型についてはブレッド湖 (No.1)・リュブリャナ (No.3)・ノヴォメスト (No.7)・ザグレブ旧市街 (No.10)・ザグレブ郊外 (No.11)・ラコヴィカ (No.13)・プリトヴィッツェ川 (No.15)・ブリニェ (No.16) の8地点であった。これらと

類似の組成として、Mg成分の方がCa成分より多い組成であるMg (Ca)-HCO₃型を示す地点はプリトヴィッツェ川 (No.14)とミネラルウォーター (No.34)の2地点が相当していた。

その他のタイプとしては、クルカ川 (No.20)・ロゾヴァツ (No.21)・シベニク (No.22)の3地点についてはCa-HCO₃型にCa-SO₄型が混合したものであり、そしてピブカ川 (No.6)とブレラ (No.26)の2地点についてはCa-HCO₃型にNa-Cl型が混入したタイプである。また、グラーツ (No.31)については、Ca (Mg)-HCO₃型にCa-Cl型が混合したタイプである。ネウム (No.27)とウィーン (No.33)の2地点は異質で、ネウムはNa-Cl型、ウィーンはNa-HCO₃型を示していた。

採水したサンプルについては酸素と水素の安定同位体比についても調べてみた (表2の右欄)。そして、2つの同位体比の関係を表したのが図8のデルタダイアグラムである。分析された酸素同位体比は-5.82～-11.20‰の範囲で平均が-8.90‰、そして水素同位体比は-41.6～

－ 81.3%の範囲で平均が－ 60.5‰と、それぞれはやや幅広い値を示している。また、図8にプロットされた点群からは「 $\delta D = 7.03 \delta^{18}O + 2.02$

($r^2 = 0.91$)」という回帰式が得られた。この図を見ると、いくつかの点を除くと天水線 ($\delta D = 8 \delta^{18}O + d$) の傾きに近く、ほぼ $d = 10$ の線に

図7 水質組成図

回帰される。この回帰線から少し離れているのはグラーツ (No.31) の1地点のみであり、値が大きくて (重たい水)、蒸発の影響が現れている。すなわち、この水はグラーツのハウプト広場に立つヨハン大公像の噴水の水を採取したわけであるが、掛け流しの水ではなく、巡回している水が混ざっていたようである。なお、クロアチアの水の同位体比に関しては、アドリア海沿いの地域で値が大きく (重たい水)、標高のやや高い内陸高地で値が小さく (軽い水)、内陸部のザグレブではそれらの中間の値を示し、地域性がみられた。

5. おわりに

今回、「カルスト」地形の語源となったスロベニア共和国のクラス地方、ならびにその他の石灰岩地域を広く廻り巡ってきたが、全体の感想としては満足すべきものであった。カルスト地形のいろいろな種類すべて見られたわけではないが、ポリエという溶食盆地に関しては、その広さや河川が洞窟に消えて行くという実際の光景を目にして、この地域での溶食作用の大規模さが実感できた。そして、水質組成としては、やはり Ca-HCO_3 型を主体に、全般的に高濃度の水であった。また、アドリア海岸沿いの石灰岩の丘や山々を見た際には、その白さが異常に目立っており、我が国の石灰岩地域とは異なる景観であるとの印

象を強く持った。しかしながら、プリトヴィツェ湖群とクルカ川の石灰棚 (石灰華段丘) に関しては、前に中国四川省の九寨溝でより大規模なものを見ており、さほど驚きはしなかった。その途中で立ち寄った町々では、中世や近世に建てられた教会をはじめとする建物群があつて、古き良き時代の名残を見せていた。一時、内戦によって破壊された建物群もあるが、まもなく復興・復旧されて、新たな観光資源となっていた。これら地域の人々は、おしなべて穏和・親切であり、周辺の自然環境と相まって、再び訪れたい所でもある。

参考文献

- 漆原和子編 (1996): 「カルスト」, 大明堂, 325p.
- 川満一史・島野安雄・藪崎志穂 (2011): 名水を訪ねて (94) 沖縄本島中部の名水, 地下水学会誌, **53** (3), 309～316.
- 島野安雄 (2005): 名水を訪ねて (70) 中国四川省の名水・九寨溝・黄龍など, 地下水学会誌, **47** (3), 341～356.
- 下地邦輝・島野安雄 (2004): 名水を訪ねて (66) 沖縄・首里城とその周辺の名水, 地下水学会誌, **46** (3), 227～238.
- 地球の歩き方編集室 (2007): Gem Stone 007 「クロアチア・世界遺産と島めぐり」, ダイヤモンド社, 143p.
- 地球の歩き方編集室 (2009): 地球の歩き方 A34 「クロアチア / スロヴェニア (改訂第2版)」, ダイヤモンド社, 295p.
- 外山純子・中島賢一 (2009): 旅名人ブックス 84 「クロアチア (第3版)」, 日経 BP 出版センター, 417p.
- 旅行のとも ZenTech (2011): ホームページ
<http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/kion/>
- Sehic Denis ほか (2010): Geografski atlas Slovenije. DZS, Ljubljana, 151p.
- UNESCO (1969): International Geological Map of Europe (150 万分の 1) D5 (Butapest). Hannover.
- UNESCO (1972): International Geological Map of Europe (150 万分の 1) C5 (Bern). Hannover.
- UNESCO-CGMW (1972-1983): Geological World Atlas (1000 万分の 1), IGMB., Paris.
- (受付: 2011 年 10 月 3 日、受理: 2011 年 10 月 26 日)

図8 水素・酸素の安定同位体比の関係図