

## 第7章 沖縄本島と西表島の水環境

### 7.1 はじめに

河川、湧水および溪流水などに代表される自然水は、動植物の生命活動に欠かすことのできない重要な要素の1つである。その自然水には種々の化学成分が含まれている。溶存化学成分の種類や濃度は、降水が地表面に降下し、河川水、湧水、地下水などとなり、浸透・流出する際に、土壌や岩石などとの間で生じるイオン交換反応などの化学的相互作用によって左右される。また生物活動により生じる物質や人間活動により排出される工業排水、生活排水、農業排水などの混入によっても自然水に溶存している化学成分には変化が生じる。言うまでもなく、自然界においては、「水」は「土」と同様に非常に重要な環境要素である。

本章では、第5章で論述した赤土調査を実施した沖縄本島と西表島において、水環境の調査を行っている。沖縄本島の調査では、湧水と河川水の自然水を対象とした。湧水については、主に「カー」または「ガー」(写真 7-1)と呼ばれ、昔から沖縄の人々が飲料水や農業用水として使用してきた自然水について調査を実施した。また西表島では、降水、河川水および溪流水について調査し、自然の宝庫と呼ばれ、貴重な動植物などの生態系を支えている自然水の水質特性についての考察を試みている。

### 7.2 沖縄本島での湧水と河川水の水質特性

沖縄本島全域を対象とし、湧水と河川水などの自然水についての調査を試みている(図 7-1)。主に、那覇市、宜野湾市、知念・玉城村などの南部地域(27 地点)、金武町の中中部地域(3 地点)、名護市と国頭村を中心とした北部地域(11 地点)に大別され、総調査地点は 41 地点に及んでいる。その内、水質分析のために採水を行った地点は 41 地点で 71 サンプルを採水している。採水地点では、水素イオン濃度(pH)と電気伝導率(EC)の測定を実施すると共に、採水した自然水については、イオンクロマトグラフィーにより主要溶存化学成分量を分析し、水質特性についての評価を試みている。

#### 7.2.1 採水地点と地域特性

沖縄本島での湧水と河川水の調査では、湧水 33 地点と河川水 8 地点を対象として実施している(図 7-1 参照)。湧水では、琉球王朝時代から使用されてきた歴史的要素の強い井戸などを主体に調査しており、人々の生活の中心であった南部地域に調査地点は集中している。

特に首里城周辺では、標高 120 m の高台にある首里城内から標高 30 m までの標高差 90 m の範囲には「カー」や「ガー」が多数点在しており、首里城下一帯は、当時、生活の中心的地域であったことが伺える（図 7-2）。井戸の形式は本土の掘り抜き井戸とは異なり、琉球石灰岩層からの湧水を利用した井泉や鍾乳洞窟を開削・掘削した洞穴井戸の形式のものが多く見られる。湧水口の周りには、相方積みと呼ばれる高度な石工技術を施した琉球石灰岩の石積壁が構築されている。当時は、豊富な湧出量を誇っていたと思われる井戸も、今は少なく、枯渴ぎみのものも散見される。現在は、そのまま飲水されているものはほとんどなく、洗濯用水、排水路・道路清掃、庭木散水などのために利用されているものが多い。しかし中には、都会のオアシス的役割を果たし、地域住民に愛飲されている名井も残っている。

那覇市の北部に位置する宜野湾市や本島南部海岸沿いに所在する知念・玉城村に点在する「カー」も類似形式のものである。やはり高台地形が形成されている裾野に湧水地が散在しており、琉球王朝時代からの独特の井泉が残っている。

これら南部地域は島尻層群とその上を不整合に覆う琉球石灰岩層により構成されている。琉球石灰岩層は多孔質で透水性は高いが、島尻層群は泥岩で透水性が低いいため、地表に降り注いだ降水は、地下に浸透して石灰岩と泥岩の境界層を流れる地下水脈を形成している。生活用水源となる河川が少ない地域であったことから、地下水を生活用水として利用するために「カー」や「ガー」と呼ばれる多くの井泉が構築された。これらの井泉は水道が普及する数十年前までは非常に重要なものとなっていた。

河川水の調査では、本島中部以北地域を対象として実施している。この地域は一般に名護層と嘉陽層からなる国頭層群により構成され、砂や礫が主体の非石灰岩の地層であるため保水性も高く、多くの河川などが豊富な水を湛えている。そのため北部地域は沖縄本島の水がめにもなっており、本島での水道水源として利用され、飲料水の約 5 割が北部の水源地から供給されている<sup>21)</sup>。

特に、国頭村の北部地域は「ヤンバルの森」と呼ばれており、亜熱帯原生林の深い森林山岳域が広がっている。ヤンバルクイナやヤンバルテナガコガネなどの国定天然記念物に指定されている希少な動植物を育む原自然あふれる森林が形成されている。河川、溪流、瀑布などヤンバルの森を潤す豊かな流況環境が貴重な森林生態系や生物生態系を育む重要な因子となっている。

## 7. 2. 2 湧水の水質

調査を実施した湧水は南部地域を対象としており、特に、図 7-1 で示したように首里城周辺に集中している。そこで本島の湧水調査は、首里城周辺以外の地域と首里城周辺地域に分けて表示し（表 7-1）、水質の評価を試みている。

### (1) 湧水の pH と電気伝導率 (EC)

本島で調査した湧水の pH と電気伝導率 (EC) の結果を図 7-3 と 4 に示している。両図での pH 値を見ると、北部の 01 大国林道 A, 02 大国林道 B および南部の 19 浜川御嶽で酸性を示す他は、大半が  $7 \leq \text{pH} \leq 8$  の弱アルカリ性を呈している。

電気伝導率 (EC) の測定結果では、湧水 33 地点中 30 地点で  $400 \mu\text{S}/\text{cm}$  以上の値を示している。  $400 \mu\text{S}/\text{cm}$  以下の値を示したものは、両図より、北部の 01 大国林道 A, 02 大国林道 B と中部の湧水 06 金武鍾乳洞の 3 地点である。電気伝導率は溶存中のイオン量の指標であることから、多くの地点での湧水の溶存イオン量はかなり高いことが予想できる。特に 04 塩川と 21 テダ御川の湧水については EC 値が極めて高く、04 塩川は  $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$  前後、21 テダ御川は  $72000 \mu\text{S}/\text{cm}$  の値を示している。04 塩川の湧水は、地下を浸透してきた海水が淡水の地下水に混ざり合った後に湧出していると言われている<sup>22)</sup>。また 21 テダ御川は海域に面した地点の湧水であり、海面との高低差もほとんどないため海水が直接混入した影響を受けているものと考えられる。そのため電気伝導率は海水の値に近いと思われるほど高い値を示したものと推察される。

### (2) 湧水の主要溶存化学成分

イオンクロマトグラフィーにより求めた主要溶存化学成分は陰イオン（塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ )）の 3 成分と陽イオン（ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ )、カリウムイオン ( $\text{K}^+$ )、カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )、マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )）の 4 成分の計 7 成分である。各成分量について図 7-5~8 に示している。なお調査地点として表示している番号は、図 7-1 と 2 の調査地点の番号と対応している。図 7-5 と 7 の各湧水における陰イオンの溶存イオン量を見ると、 $\text{Cl}^-$  は多くの湧水で  $100 \text{mg}/\text{l}$  以下の値を示しているが、調査地点 04 潮川、14 斎場御嶽、21 テダ御川の 3 地点では  $100 \text{mg}/\text{l}$  を超える高い値を示している。特に 04 塩川①は  $3871 \text{mg}/\text{l}$ 、同②は  $5265 \text{mg}/\text{l}$ 、21 テダ御川は  $18196 \text{mg}/\text{l}$  と非常に高い溶存量を示している。通常、 $\text{Cl}^-$  は自然水に含有されているが、特に海岸域での海水の影響を強く受ける。沖縄のように四方を海に囲まれ、また陸上面積

の小さい島では海水の飛沫を含む降水の混入によっても、 $\text{Cl}^-$ の濃度が高くなる可能性が考えられる。陽イオンでは、 $\text{Na}^+$ と $\text{Mg}^+$ の溶存が高く、 $\text{Cl}^-$ と同様に海水の影響を強く受けていると推測される。 $\text{NO}_3^-$ については、05 長命の泉、08 喜反名泉、09 共同洗い場、12 大謝名メヌカー、17 玉泉洞、18 喜手志川、19 浜川御嶽で  $40 \text{ mg/l}$ 前後の値と、かなり高い濃度が検出されている。 $\text{NO}_3^-$ は自然界では動物の死骸や排泄物などの動物性たんぱく質が水中や土中で分解・酸化されて生じるが、その供給源としては低く、一般的には、生活排水や肥料などが混入した農業排水など的人為的活動が供給源とされている。この $\text{NO}_3^-$ より求めた硝酸性窒素量 ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ) は水質汚染の状況を示す指標となっている。以降においては、湧水の $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 濃度を算出して汚染状況について検討を試みている。硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) は、 $\text{Cl}^-$ と同様に海水中に多量に含有されるため、海水飛沫の影響を受けやすい地域ではその濃度は増加しやすい。また生活排水などからも供給される場合があり、汚染状態を判断する指標ともなっている。この $\text{SO}_4^{2-}$ について、ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) との関係で図7-9と図7-10に示している。図中の直線は、 $\text{Na}^+$ を海水起源とみなし、硫酸イオンを算出したものである。この直線より上方に位置する湧水は、人為的な要因に起因して硫酸イオンが付加された可能性が強いと思われる。この図では、17 玉泉洞、18 喜手志川と20 受水走水は $\text{Na}^+$ から換算した $\text{SO}_4^{2-}$ より、概ね8~10倍の値が検出され、硫酸イオンによる汚染が生じている可能性が極めて高い。その原因としては、地中を浸透・流下している際に発生する生活排水や農業排水などの雑排水の混入、硫黄酸化物を取り込み降下した雨水の浸透などが考えられる。

図7-11~19には、ヘキサダイアグラム<sup>23)</sup>とトリリニアダイアグラム<sup>23)</sup>を用いて、水質表示をしている。ヘキサダイアグラムは横軸に等量単位の成分量を示しており、6角形の形状から、水質特性を直感的に把握することができる利点がある。またトリリニアダイアグラムは各成分のすべてを等量%で表わした相対的な濃度表示で、水質を4タイプに分類（Ⅰ型：アルカリ土類非炭酸塩、Ⅱ型：アルカリ土類炭酸塩、Ⅲ型：アルカリ非炭酸塩、Ⅳ型アルカリ炭酸塩）したものである。図7-11~16に示すヘキサダイアグラムを見ると、まず04 塩川や21 テダ御川の湧水に代表されるように、底辺が突出して逆杯型の形状を描いているものがある。これは陰イオンでは $\text{Cl}^-$ 、陽イオンでは $\text{Na}^+$ に富んだNa-Cl型タイプの水質で、海水による影響を強く受けている湧水である。他の湧水の多くは、陰イオンでは $\text{HCO}_3^-$ 、陽イオンでは $\text{Ca}^{2+}$ に富み、ひし型形状のCa- $\text{HCO}_3$ 型を示している。このようなタイプの湧水は琉球石灰岩の地層の影響を強く受けている。そこで、図7-17~19に示すト

リリニアダイアグラム上で水質タイプを分類すると、Na-Cl 型の湧水はⅢ型のアルカリ非炭酸塩に分類され、海水の影響が強い湧水であることが確認できる。それ以外の湧水のほとんどは、Ⅱ型のアルカリ土類炭酸塩に分類される。これらは  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{HCO}_3^-$  の 2 成分の溶存成分が主流となっている湧水である。若干一部には、Ⅱ型とⅢ型の間的位置に分類される湧水も確認される。これは Ca- $\text{HCO}_3$  型と Na-Cl 型が混在した水質タイプで、琉球石灰岩の溶出成分と海水成分が水質を左右する濃度で溶存しているためと考えられる。

### (3) 湧水の硝酸性窒素量

湧水の汚染状況を見るために硝酸性窒素濃度( $\text{NO}_3^-$ -N)を試算している(図 7-20 と 21)。両図より 17 玉泉洞が  $10 \text{ mg/l}$  を超え、最も高い値を示している。また首里城周辺以外の地域では 05 長命の泉, 08 喜反名泉, 09 共同洗い場, 12 大謝名メヌカー, 19 浜川御嶽, 首里城周辺では 01 宝口樋川, 04 寒水川樋川, 07 金城大樋川, 12 加良川が  $6\sim 9 \text{ mg/l}$  範囲の値を示している。我が国の水道水質基準では硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計量が  $10 \text{ mg/l}$  以下と定められている。それによると 17 玉泉洞などの湧水は極めて硝酸性窒素の溶存量が高い湧水といえる。17 玉泉洞において検出された高濃度の原因としては、周辺一帯の耕作地などの人的活動と洞穴内の微生物などの排泄物等の要因が考えられ、多孔質で浸透性が高い琉球石灰岩層を浸透して湧き出しているものと思われる。硝酸性窒素濃度の高い湧水は、現在は飲料等には使用されていないが、一部では湧水を簡易水道源として利用している地域もあることから、このような地域では、硝酸性窒素に関する長期的なモニタリングが望まれる。

## 7. 2. 3 河川水の水質

### (1) 河川水の pH と電気伝導率 (EC)

本島中部以北の 8 地点で採水した河川水の水素イオン濃度 (pH) と電気伝導率 (EC) を図 7-22 に示している。pH 値は概ね 7 台の弱アルカリ性を呈している。EC 値は  $125\sim 250 \mu\text{S/cm}$  範囲にあり、 $140 \mu\text{S/cm}$  前後のものが多いが、中には  $200 \mu\text{S/cm}$  を超えるものも散見される。しかしこれらの河川水は「ヤンバルの森」と呼ばれる鬱蒼と繁茂する森林に覆われた山岳部の河川上流域のもので、首里城周辺などの都市部での湧水に比較して EC 値はかなり低い。北部ヤンバルの森には、今も飲水可能な河川水や簡易水道源として導引されている河川水が多い。

## (2) 河川水の主要溶存化学成分

各河川での主要なイオンの溶存量の状況を図7-23に示している。本島北部ヤンバルの森を潤す河川水は、陽イオンではナトリウムイオンとカルシウムイオン、陰イオンでは塩素イオンと重炭酸イオンが  $10\text{ mg/l}$  を超え、他の陰陽イオンはいずれも  $10\text{ mg/l}$  未満の濃度を呈し、河川水間で、溶存化学成分量にそれほど大きな差異は認められない。03七滝、07ター滝、08轟の滝では、いずれも少量ではあるが硝酸イオンが検出されている。この硝酸イオンについては各河川の流域に耕作地や民家が存在しないことから、人的活動による供給よりもむしろ、自然中の窒素の酸化作用で生成された硝酸イオンが河川に供給されたものと考えられる。カルシウムイオンの溶存量をみると前節で記述した首里城周辺での湧水の半分以上と低い値である。これは中部と北部地域の多くが非石灰岩の国頭層群(名護層、嘉陽層)で覆われているために、石灰分の溶出が少量であると考えられる。図7-24に示すヘキサダイアグラムでは、01安田の滝、07轟の滝、08平川原の河川水は逆杯型(Na-Cl型)の形状、03七滝と04アザカの滝ではカルシウムイオンと重炭酸イオンが突出したひし形(Ca-HCO<sub>3</sub>型)の形状を示している。他の河川水は、重炭酸イオンが突出した逆杯型に近い台形状を呈している。さらにトリリニアダイアグラム上に表示すると(図7-25)、07轟の滝と08平川原はⅢ型のアルカリ非炭酸塩タイプに分類され、海水の影響を受けた水質となっている。Ca-HCO<sub>3</sub>型の03七滝と04アザカの滝については、Ⅱ型のアルカリ土類炭酸塩に分類される。03七滝と04アザカの滝付近では、サンゴ礫等を含む沖積土壌が堆積しているのを確認でき、土壌中に含有されている石灰分が溶出している可能性が高いと考えられる。

## 7. 3 西表島での降水・渓流水・河川水の水質特性

### 7. 3. 1 はじめに

沖縄県の南西部に位置する西表島は、八重山諸島の一島で沖縄本島について県下第2位の面積（約284km<sup>2</sup>）を有する島である。全島の約7割が山地の高島であり、島内の約9割が亜熱帯性の密林に覆われている。その原生林にはイリオモテヤマネコ・セマルハコガメ・カンムリワシなど国の天然記念物に指定されている希少動物が生息し、西表島が沖縄県下で最も自然豊かな島の1つであることを示している。また年間降水量が2000mmを超えるこの島では、至る所に大小様々な河川、溪流、瀑布が存在し、網の目のような流況環境が形成されている（写真3-2参照）。多くの河川の河口付近にはオヒルギなどの7種類のマングローブが生育し、広大な汽水域が形成されている（写真1-1参照）。本節では西表島の降水、渓流水、河川水などの自然水の水質評価を通して、「自然の宝庫」と呼ばれる西表島の水環境の実態について記述している。

### 7. 3. 2 調査地点と地域特性

西表島の現地調査は、今まで、平成10、14、15年のいずれも8月と平成15年の3月に実施している。特に、河川水については、西表島を代表する2大河川である浦内川と仲間川の中流域～上流域および源流域に加え、ヒナイ川や大見謝川などの上流域を踏査し、流況環境の調査を実施している。沖縄県の最長河川である浦内川は、長さ約19.4kmである。島中央部山岳地帯に源を発し、島を縦断するように北西部に流れ、河口域に広大な干潟を形成している。中央部山岳域には鬱蒼と繁茂する亜熱帯原生林の密林が発達していて、網の目のように流れる河川や溪流には、巨大な瀑布が数多く架かっている。中でもヒナイ川のピナイサーラの滝を始め、浦内川上流域のマリュドゥの滝やカンピレーの滝、源流域のイタジキの滝などは圧巻である。また峻険な山岳斜面が海岸沿いから迫り上がる地形では、至る箇所で渓流水が流落し海域に注いでいる。

これまでの4度の調査では、主に、水と土を採取している。図7-26には、西表島での水・土の採取地点と土壌分布<sup>4)</sup>を示している。水の採水では、降水、河川水、渓流水を対象としており、島内一円に及んでいる。降水については3度の調査でいずれも調査期間中に発生した降水を採水している。また大原小学校（降水採水地点B）の協力を得て、平成14年9月～平成15年6月の期間、降水のあった場合には、ほぼ1ヶ月ごとに一度の採水を試みている。なお河川水や渓流水などの自然水については、表層水を採水している。

土の採取は主に工事で掘開された場所や道路脇などの掘削面などを利用している。採取地点は、東部～西部に掛けての海岸沿いに点在している。図 7-26 に示すように、西表島は、ほとんどの地域が八重山層群と呼ばれる砂岩層を起源とする風化運積土の国頭マージで覆われている土壌的特性を有しており、一部地域に琉球石灰岩層を起源とする島尻マージと海成沖積土壌が堆積している程度である。

### 7. 3. 3 降水の水質特性

#### (1) 降水の pH と電気伝導率 (EC)

周知のように、大気中には 1 気圧下では約 0.03% の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) が含まれている。この二酸化炭素が降水に溶け込むと炭酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) が生成される。これは弱い酸なので、降水は弱い酸性を示す。大気中の二酸化炭素が十分に降水に溶け込むと、降水の pH 値は約 5.6 となる。これに硫酸や硝酸などの強い酸がさらに溶け込むと、降水の pH 値は 5.6 より低下する。一般に、pH 値が 5.6 より低い、強い酸の降水 (雨, 霧, 雪) は酸性雨と定義されている。

西表島での降水の pH と EC を図 7-27 に示している。pH 値をみると、西表島一円で採水した A~G 地点の降水の大半は pH 値が 5.6 より高い値を示し、平均値は pH が 6.5 となっている。このため西表島の亜熱帯原生林には酸性雨の降水が降り注いでないものと思われる。降水の電気伝導率 (EC) は  $6\sim 184\ \mu\text{S}/\text{cm}$  範囲を呈しており、採水地点や採水時期によってかなりの差異が認められる。この大きな要因は、海塩粒子飛沫の混入効果と思われることから、気象条件が降水の水質を左右しているものと推察される。

#### (2) 降水の主要溶存化学成分

EC 値は溶存しているイオン量により左右される。そこで各地点での降水の主要溶存イオン特性をヘキサダイアグラムで図 7-28 と 29 に示している。ヘキサダイアグラムの形状を見ると、その形状は概ね 3 つのタイプに区分される。即ち、①ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ ) に富んだ底辺の長い逆杯形状 (Na-Cl 型)、カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) と重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) に富んだ中央部の突出したひし形状 (Ca- $\text{HCO}_3$  型)、③①と②の中間的な台形状 (Na- $\text{HCO}_3$  型) である。全般的な傾向としては、海塩粒子の飛沫の影響を受けた Na-Cl 型と Ca- $\text{HCO}_3$  型を呈する降水が多い。Ca- $\text{HCO}_3$  型については、島尻マージ等の石灰岩由来の土壌やサンゴ礫で構成されている海浜砂の粉塵などが大気中で海塩飛沫粒子



と同様に混入・溶解したものと推測される。このため中間型は海塩粒子とカルシウム粉塵の両者の影響を受けた降水と考えられる。さらに降水の水質タイプをトリリニアダイアグラムで分類（図 7-30）すると、ひし形のキーダイアグラム上では、概ねⅡ，Ⅲ，Ⅳ型のタイプに区分されることが分かる。降水の大半はキーダイアグラムの中央付近にプロットされていることから、Na-Cl 型と Ca-HCO<sub>3</sub>型の双方の水質を示すものが多い。

図 7-31 には、ナトリウムイオンを海水起源として海水から供給される降水中の硫酸イオン量を試算している。降水中の硫酸イオンは海水起源の 1.5 倍程度であり、その混入量は非常に少量である。しかし少量ではあるが海水起源以外の硫酸イオンも検出されている。降水の酸性雨調査を長期的に継続して実施していないので、その原因については言及できないが、解明のためには長期的なモニタリングが要求される。

#### 7. 3. 4 渓流水と河川水

##### (1) pH と電気伝導率 (EC)

西表島一円では、あらかじめ汽水域調査を実施しており、ここで提示する測定・分析した河川水と渓流水は、海水が遡上する地域は避け、直接海水が混入しない流域や汽水域より上流域でのものを対象としている。なお渓流水は瀑布のように溪谷や崖などから流落している自然水として、便宜上、河川水とは区別して表示している。図 7-32 は、河川水と渓流水の pH と EC を示している。ほとんどの両自然水の pH 値は、6~7 範囲の弱酸性を呈し、前節で記述した降水の pH 値よりも平均的にやや高い値となっている。自然水の地点間での差異は、pH 値に比較して、やはり EC 値において大きいことが分かる。上述したように、これらの自然水には、直接、遡上した海水が混入しているものはないが、大気中からの海水飛沫の影響の違いが現れている。海岸域の崖から流落する南風見田浜の渓流水などでは、400~600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  付近の高い EC 値となっているが、浦内川や仲間川などの山岳域上流部の河川水や渓流水などでは、100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  付近の値となっている。測定結果によると、概ね、海岸沿いの自然水では EC 値は 200~600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、内陸部山岳域での自然水では 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  前後の値となっている。

##### (2) 河川水と渓流水の水質

河川水と渓流水の水質をヘキサダイアグラムで表示したのが図 7-33 である。ヘキサダイアグラムが描く図形の大きさは、溶存イオン量に依存しており、上述の電気伝導率 (EC)

の値に対応している。図形の形状が互いに相似的なものは、大きさが異なっても水質タイプの類似しているとみなすことができる。ヘキサダイアグラムの形状は Na-Cl 型の逆杯形状と Na-HCO<sub>3</sub>型の台形状に大別できる。特に河川水の場合にはほとんどが Na-Cl 型、溪流水の場合には Na-Cl 型と Na-HCO<sub>3</sub>型の両者のタイプの水質によって占められている。この結果を図 7-34 に示すようにトリリニアダイアグラム上にプロットすると、より明瞭となる。対象とした河川水は、浦内川、仲間川、ヒナイ川を主体とした山岳部上流域での河川水である。採水地点で水質タイプにはほとんど差異は認められず、アルカリ炭酸塩（Ⅳ型）に近いアルカリ非炭酸塩（Ⅲ型）の水質タイプを呈している。海岸沿いの溪流水の場合も、類似した水質タイプであるが、アルカリ非炭酸塩（Ⅲ型）に加えアルカリ炭酸塩（Ⅳ型）の水質タイプに及んでいる。いずれも海水の影響をかなり受けている自然水といえる。これらの河川水や溪流水の供給源は降水である。前節の図 7-30 で示した降水の水質タイプは、ほとんどが、やはりアルカリ非炭酸塩（Ⅲ型）とアルカリ炭酸塩（Ⅳ型）に分類されており、図 7-33 で示した河川水と溪流水の水質とほとんど相違は認められない。このことは、四方を海に囲まれた小さな島では、降水の水質によって、河川水や溪流水などの地表水の水質は、かなり支配されていることを示唆している。しかも西表島では砂岩層を起源とした国頭マージの単一地層が覆っている（図 7-26 参照）。そのため流下する地層の相違の影響もほとんどないことから、河川水や溪流水などの地表水は、島一円でほとんど同質な水質タイプを呈しているものと推察される。図 7-35 には、島一円で採取した国頭マージの含有酸化物組成を示している。基本的には、第 5 章で論述した本島の国頭マージと呼ばれる赤土と土性は同一であることから、その化学成分組成もほとんど類似している。難水溶性のケイ酸 (SiO<sub>2</sub>)、酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、酸化鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が、質量百分率で全酸化物量の 90%以上を占めている。そのため、河川水や溪流水などの地表水の場合には、地中を浸透する地下水などに比較して地層から供給される化学成分量に乏しい。このことも、河川水や溪流水などの地表水が降水の水質タイプと類似している要因の 1 つになっているものと推察される。

#### 7. 4 まとめ

本章では沖縄本島と西表島の水環境について化学的視点から考察を試みた。本島の湧水においては、pH 値は弱アルカリ性を呈し、EC 値においては海水の影響を直接受けているものもあるため大きな差異が生じている。主要溶存化学成分から水質タイプを見ると、Na-Cl 型と Ca-HCO<sub>3</sub> 型に分類され、海水の影響の少ない自然水が後者に分類される。これは湧水地域の地層が琉球石灰岩層で構成されているのが主因となっている。水質汚染の指標となる硝酸性窒素については、8 地点で高い溶存量が確認され、その内の 1 地点では 10 mg/l を超える溶存量が検出された。硫酸イオンについても 3 地点では、人為的汚染によるものと思われる極めて高い濃度が検出された。河川水については、中部以北の国頭層群の地層が分布するヤンバルの森地域では、EC 値の低い Ca-HCO<sub>3</sub> 型の水質タイプとなっている。

観測データは少ないが、測定範囲内では、西表島での降水の pH の平均値は 6.5 で、現在のところは、降水の酸性雨化現象は認められないと判断される。また降水の水質は Na-Cl 型, Ca-HCO<sub>3</sub> 型および両者の中間的な Na-HCO<sub>3</sub> 型の 3 タイプに分類される。さらに西表島では、供給源である降水の水質が強く反映され、淡水域の河川水や渓流水などの地表水もまた、降水とほとんど類似した水質タイプを呈している。その要因には、砂岩層に起源を有する国頭マージの地層が島一円に分布していることが、密接に関連しているものと推察される。