

# 薬師谷の水質について

2年4組 石崎 鈴香  
2年4組 谷口 梨奈  
2年4組 益田 歩美  
2年4組 松浦 花奈  
指導者 教諭 窪地 育哉

## 1 課題設定の理由

愛媛県西予地方には名水百選に選ばれた観音水という湧水がある\*<sup>1</sup>。観音水は歯長峠の鍾乳洞から湧く天然水で、ミネラルを多く含んでおり\*<sup>2</sup>、地元の方たちの飲料水としても有名である。一方、薬師谷はヒトの手が一切加えられていない自然の溪谷である。薬師谷や観音水はともに、えひめ自然百選にも選ばれている。薬師谷付近では石灰岩を含む地層が確認されている\*<sup>3</sup>ことから、観音水と薬師谷の水は水中に含まれるミネラル(カルシウム)の量が似ているのではないかと考え、薬師谷の水質調査を行った。

## 2 仮説

観音水と薬師谷の水は水中に含まれるミネラル(カルシウム)の量が似ているのではないかと考え、薬師谷の水質調査を行った。

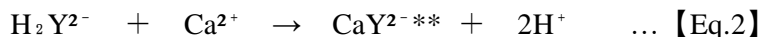
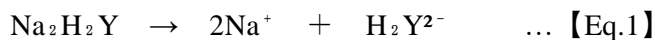
## 3 実験・研究の方法

### (1) 観音水と薬師谷の水の硬度の比較

#### (ア) 硬度測定の方法

水の硬度とは、水に溶けている  $\text{Ca}^{2+}$  および  $\text{Mg}^{2+}$  の量を  $\text{CaCO}_3$  に換算したものである。硬度には、全硬度 ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )、Ca 硬度、および Mg 硬度がある。

金属イオンを含む溶液中にキレート試薬の溶液が入ると、金属イオンはキレート試薬と反応して、安定で水溶性無色の錯塩を生成する。本実験で滴定に用いたキレート試薬にはエチレンジアミン4酢酸2ナトリウム (EDTA2Na) という有機試薬である。EDTA2Na は水に溶解すると【Eq.1】のように解離し、滴定中は、【Eq.2】のように  $\text{Ca}^{2+}$  とキレート化合物を作る。滴定が終点になると、【Eq.3】のように、解離した EDTA と指示薬が反応して、紫色から青色に変色する。



EDTA と金属イオンが定量的に結合するのは、一定の pH 領域に限られている。すなわち、pH10 で  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の両方と、pH12~13 では  $\text{Ca}^{2+}$  のみが EDTA と定量的に反応する。今、pH10 の緩衝溶液中で、 $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の両方について滴定を行い、試料溶液  $v$  mL に対して滴定量が  $A$  mL であった場合、試料溶液の Ca 硬度は、次式【Eq.4】で算出される\*<sup>4</sup>。

$$\text{全硬度} = 1.0 \times A \times f \times \frac{1000}{v} \quad \dots \text{【Eq.4】}$$

また、pH12~13 の緩衝溶液中で、 $\text{Ca}^{2+}$  について滴定を行い、試料溶液  $v'$  mL に対して、滴定量が  $B$  mL であった場合、試料溶液の Ca 硬度は、次式【Eq.5】で算出される。

$$\text{Ca硬度} = 0.4 \times B \times f \times \frac{1000}{v'} \quad \dots \text{【Eq.5】}$$

なお、【Eq.4】【Eq.5】中の $f$ は力価といい、本実験で用いた力価は1.0である。

(イ) Ca 硬度と全硬度の測定

EDTA 指示薬を用いて、a).薬師谷で採取した水、b)観音水、c)市販のミネラルウォーターそれぞれの硬度を測定した。

(2) 利き水アンケート

薬師谷、市販の水、観音水、水道水の4種類の水を飲んでもらい、アンケート調査を行った。アンケートの内容を次に示す。

A ~ Dの水は、

- ・観音水（西予市明間の自然水）、
- ・薬師谷の水（宇和島市薬師谷の自然水）
- ・市販の水（四万十の水）
- ・水道水

のいずれかです。

質問1. それぞれの水について、これだと思うものを選んでください。

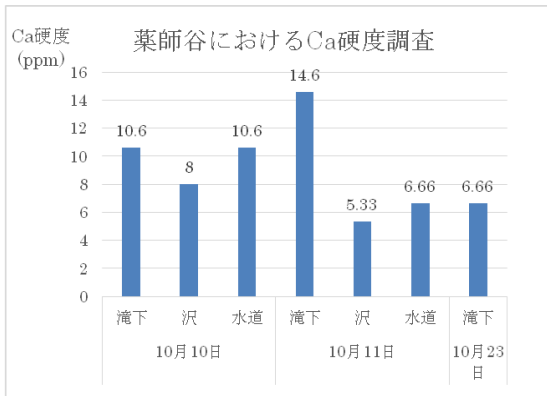
質問2. A~Dの水について、美味しいと感じた順にランク付けをしてください。

質問3. 味の特徴で気付いたことがあればお書きください。

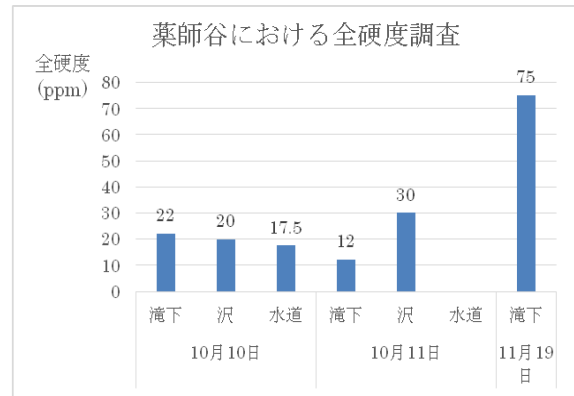
## 4 結果と考察

(1) 硬度について

a) 【Fig.1】は薬師谷におけるCa 硬度についての、【Fig.2】は薬師谷における全硬度についての測定結果である。滝の下で採取した水と滝の下から10mほど下流の沢で採取した水とでは、大きく差が見られる。



【Fig.1】薬師谷におけるCa 硬度



【Fig.2】薬師谷における全硬度

b) 薬師谷の水の硬度と観音水の硬度の比較結果を【Table.1】に示した。【Table.1】より、薬師谷で採取された水は、観音水と比較して、およそ1/3のCa含有量であることがわかる。

【Table.1】薬師谷の水の硬度と観音水の硬度の比較

	Ca 硬度 / ppm	全硬度 / ppm
薬師谷（全平均）	8.9	29.4
観音水	30.4	90

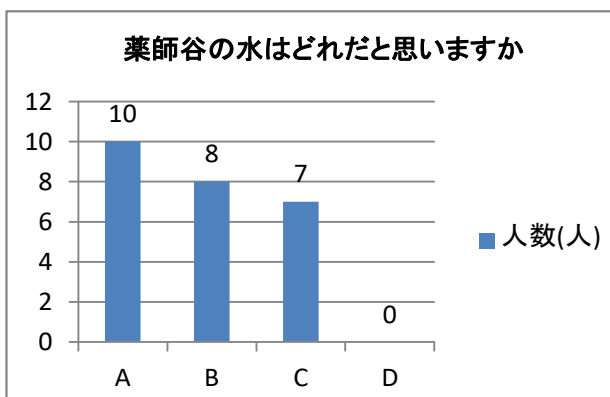
c) 薬師谷の水の硬度と観音水の硬度の比較結果を【Table.2】に示した。【Table.2】から、各社の飲料水と同程度のCa含有量である。

【Table.2】薬師谷の水の硬度と市販飲料水の硬度の比較

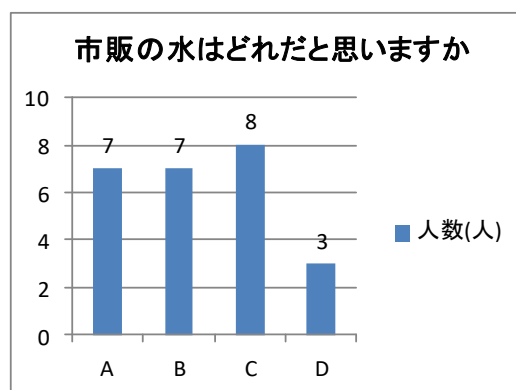
	Ca 硬度 / ppm
薬師谷 (全平均)	8.9
A 社	10.4
B 社	16.8
C 社	19.2
D 社	9.6
E 社	6.4
F 社	4.2

(2) アンケート結果と分析

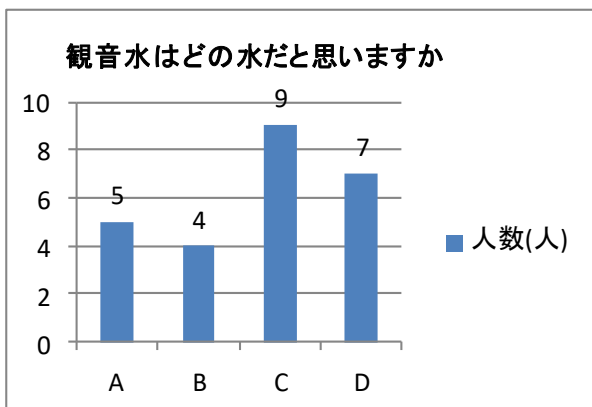
【Fig.3】～【Fig.7】にそれぞれ水の試飲によるアンケートの結果を示した。【Fig.6】で、正解率が最も高く72%で、水道水に関しては、その味に特徴があってわかりやすいことが考えられる。飲料水、薬師谷の水では、正解率が低いが、観音水は正解率がやや高く、36%であった。このことは、少なくとも、味に関して、薬師谷の水が劣っていると感じる人は少ないということを示唆している。



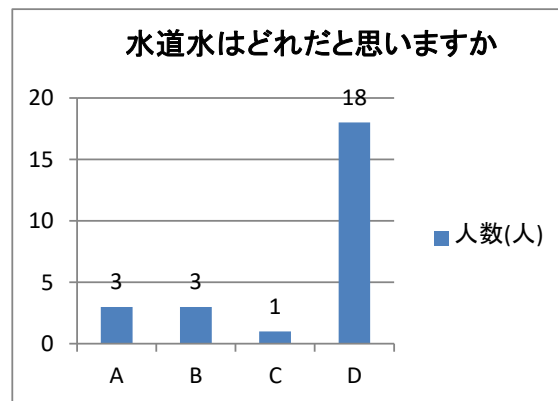
【Fig.3】薬師谷の水はどれだと思うか？[正解はA]



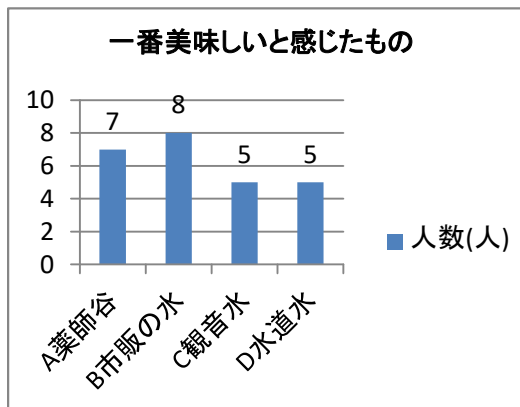
【Fig.4】市販の水はどれだと思うか？[正解はB]



【Fig.5】観音水はどれだと思うか？[正解はC]



【Fig.6】水道水はどれだと思うか？[正解はD]



【Fig.7】一番美味しいと感じたものはどれか

## 5 まとめと今後の課題

今回の調査では、薬師谷の水について、硬度とその味についての印象を明らかにすることができた。硬度については、それほど多くのカルシウムを含まないこと、一方で、味については、美味しいと感じる人が多いことが分かった。

今後、硬度についての定期的な観測、採水地点の選別、味についてのさらに多くの人のアンケート調査などを行っていくことができれば、水の特徴も科学的に明らかになり、名水に選ばれるようなことになるかもしれないと期待を抱いている。

## 参考文献

- \*1 「環境省選定 名水百選」  
<https://www2.env.go.jp/water-pub/mizu-site/meisui/data/index.asp?info=79>
- \*2 「せいよ観光物産サイト」 <http://www.seiyo1400.jp/geopark/>
- \*3 小島裕美・立石幸敏・川合啓二・西村直樹著，“薬師谷(愛媛県宇和島市)の蘚苔類”，岡山理科大学自然植物園発行，2008年2月
- \*4 西山隆造・安楽豊満 著，“はじめての化学実験”，株式会社オーム社 発行，平成20年3月，東京