

宇和島市の湧水と地質

2年3組 岡崎 朔磨

2年4組 山村 勇仁

2年4組 吉本 奏真

指導者 教諭 富永 満生

1 課題設定の理由

本校南に伊達家七代藩主伊達宗紀(むねただ)が建立した天赦園があり、そこにある養老の滝は地下水ということで、その性質を調べることにした。宇和島地域は市街地の東に鬼ヶ城山系があり、地下水の源流はそこにあると考える。地下を流れてくる間の過程やその土地の性質などを考える上で、地下水は重要であると考え。例えば、天候の状態で流量の変化が考えられる。また、地下の岩石の種類で地下水に溶け込んでいる成分に違いがあると考え。そこで、宇和島の鬼ヶ城山系の地質の状態を知る手がかりになると考え、この課題を設定した。

2 仮説

- ・ 湧水は地下を流れているため、地下の状況を知る良い手がかりになると考える。
- ・ 鬼ヶ城山系に降った雨の状態、または雨水が鬼ヶ城山系に及ぼしている影響(例えば、岩石の風化の促進→地盤の軟弱化→土砂崩れ誘発箇所の増加)を知る手がかりになると考える。

3 実験・研究の方法

(1) 方法

水を調べるということで、pH、全硬度、COD、亜硝酸の4つの評価基準を設け、湧水の状態を観察していくことにした。また、1月に入って水温のデータを取った。

ア パックテスト

① pH

温泉や地質の関係で変化。

② 全硬度

水中のカルシウムイオンとマグネシウムイオンの量を炭酸カルシウムの量に換算。水1L中に含まれているmg重量で示す。

③ COD

水中にある物質が酸化剤によって酸化・分解される時に消費される酸素量のこと。

④ 亜硝酸

食べ物のかす、し尿などに含まれる窒素の一部は分解されてアンモニウムイオンに、さらに酸化されると亜硝酸イオンになるため、生物由来の汚染源や地質の関係での窒素の検出と関連がある。

イ EDTA 硬度

EDTA2Na(エチレンジアミン4酢酸2ナトリウム)を用いて金属イオン(Ca^{2+} や Mg^{2+})と錯塩を生成することを利用した測定方法。操作方法は滴定で、紫色から青色に変化した時を終点とする。

ウ 水温

SPARKPS-2008Aにて、湧水湧き出し口付近に滞留した水の温度をサンプル採取時に測定した。



写真1 (左)パケットテスト (右)EDTAの実験器具

(2) 実験条件

ア 採取時間

毎日、昼休みを利用して採取。天候に関係なく、連続して採取。ただし、土、日、祝日については、地学部や指導者による採取の協力を得ている。また、休園日の際は、採取していない。

イ 採取場所

調査地点は宇和島東高校の南にある天赦園内の養老の滝（図1）



図1 採取地とその近辺の河川(神田川)
(地図出典)国土地理院

4 結果と考察

(1) 神田川のデータ (表1)

まず、湧水が近くの河川から影響を受けていないか確認するために、天赦園南部の神田川のデータを取った。すると、亜硝酸の濃度や全硬度が異なるために、湧水は神田川由来ではないと考える。

表1 湧水・水道水・神田川のデータ

| | 9/17 | 10/1 | 10/1 水道水 | 10/1 神田川 |
|-----|------|------|-------------|-------------|
| pH | 7 | 6.5 | 7 | 7.5 |
| 全硬度 | 60 | 40 | 20 | 30 |
| COD | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 亜硝酸 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.1 |

(2) 湧水のデータ (表2、図2)

連続して取れたデータからは、全硬度の変化が顕著である。他は、ほぼ一定であった。愛媛大学にある ICP-MS によるデータを得る予定であったが、諸事情によりパケットテストによるデータのみの掲載となった。大学との連携については今後の課題である。

表2 11/10～12/10(一部採取せず)の湧水のデータ

| | 11/10 | 11/11 | 11/12 | 11/13 | 11/14 | 11/15 | 11/20 | 11/22 | 11/25 | 12/10 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| pH | 9.5 | 9.5 | 6.5 | 7.5 | 8 | 9.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| TH | 50 | 50 | 30 | 40 | 60 | 30 | 50 | 30 | 50 | 50 |
| COD | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| N02 | 0.1 | 0.5 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

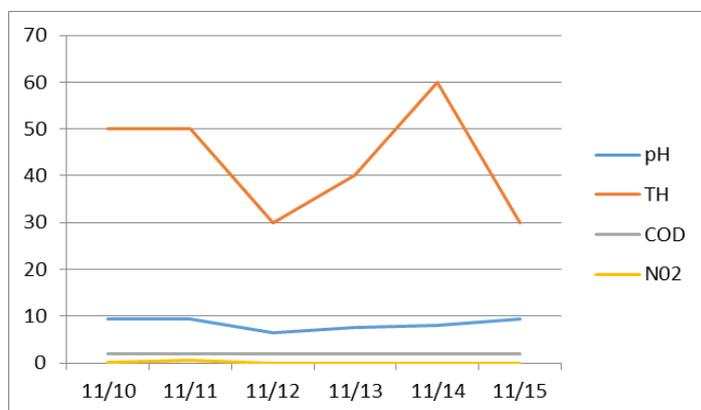


図2 表2の折れ線グラフ(11/10～11/15)

(3) 湧水の水温変化 (図3)

1月に入り、sparkを用いて湧水の水温を測定すると、それぞれの日の気温が15.8℃、16.9℃、17.2℃、17.8℃と変化するのに対して、ほぼ19℃を示し、安定していることが分かった。

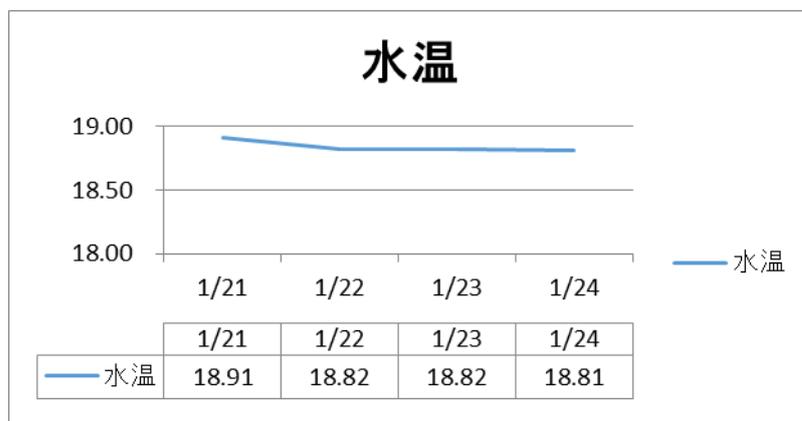


図3 湧水の水温変化(1/22～1/24)

5 まとめと今後の課題

表2より、全硬度が低下した時を降水時と考えて、天候を調べてみると、11月4日から9日までの天候が晴れ、晴れ、曇り、晴れ、晴れ、曇りと表と比較的一致する。また、少しさかのぼって、10月21日から26日までが晴れ、曇り、雨、雨、雨、晴れで、3日連続で雨が降ると硬度が上昇に転ずると考えると変化と対応するように考える。

また、図4の枠線で囲ったところが、本調査地である。尾根線を引いてみると、図中の水源地層、古城山層からの成分の流出が考えられる。今後は、水源地層、古城山層の岩石の成分を調べ、湧水の成分との比較を行いたい。また、尾根線内で標高が高い場所での河川や湧水の成分を調べることも課題である。参考までに、今回の神田川の尾根線より東側でのサンプルでは、pHが6.8、硬度が15という数値を得た。地下を流れる中で、硬度が高くなる可能性が大いにあると考える。

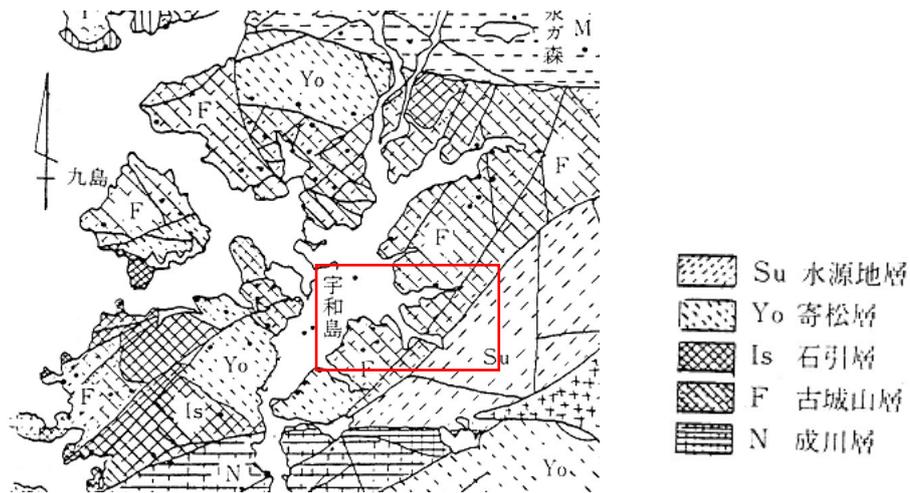


図4: 本調査地の地層(出典: 愛媛県立博物館)

水のデータについては、COD や NO_2 などは、湧水の状態を知る上では、若干疑問の残る成分であった。特に NO_2 は人間の生活に由来するところが大きく、今回の場合は影響が少ないように考えられる。pH や全硬度については、愛媛大学の分析機器を有効に利用することで成果が期待できると考える。ただし、夏休みや連休、その他、こちらで日程を工面して実際に液の調整や実験を行い、アドバイスをもらったり、成果発表を行うまでに前半部分のデータだけでも手元にあるよう工夫が必要であると痛感した。試料を採取するにしても、どの程度の精度でデータを読むのかに合わせて毎日、1 時間ごとなど採取のしかたも変化してくる。これらをより早い段階で考慮すべきであると感じた。

参考文献

- ・ 西山隆造・安楽豊満, 2000.3, はじめての化学実験, p.152-156, オーム社
- ・ 愛媛県立博物館, 1988.3, 宇和島地方の地質と化石, p.2, 愛媛県立博物館
- ・ 瀧居竹之介, 2004, 庭 96 号, p.112, 株式会社建築資料研究者
- ・ 国土地理院, 宇和島, 2006, 25000 分の 1 地形図,