

学校周辺を流れる安倍～巴川水系の環境調査

静岡県立静岡中央高等学校定時制課程自然科学部
3 年 松下大輔 2 年 松岡高志 3 年 中田拓朗

1 研究の目的

本校は麻機遊水地の脇に位置し、周辺には安東川や十二双川が流れ、多数の排水路が東西に走り、水田の周辺には農業用水路が張り巡らされている。水路にはカワニナの生息も確認され、このような環境にある学校周辺を、ホタルの住む里にできないかと、私たちの活動が始まった。H26 年度に予備研究行った結果、学校周辺には安倍川の伏流水を由来とする水が豊富に存在し、それがカワニナの生息を可能にしていると推測された。これを確かめるために、以下のような研究目的を設定した。

- ① 学校周辺の水系による水質の違いを調査し、「水のきれいさ」を示す有効な指標を明らかにする。そのために、定点調査を設けて継続した水質調査を行う。
- ② 浅間神社から麻機沼低湿地方面にかけての地下水の水質を調査し、この地域の水系が安倍川の伏流水であることを明らかにする。そのために、当該地域に多数分布する自噴井戸と、安倍川本流の水質の比較をする。
- ③ カワニナの分布域や生息密度と水質との関係を調査し、安倍川の伏流水の存在がカワニナの生息を可能にしていることを明らかにする。そのために、この地域にカワニナが広く分布することをデータで示し、越冬場所も明らかにする。

2 研究の方法

(1) 定点調査による水系による水質の違い

環境の異なる、以下の 4 地点を選び、継続的な定点調査を実施した（図 6）。

調査地点 1 十二双川の源流部で湧水が湧き出ている地点。水は冷たくきれいで、流量が豊富で流速も速い。川底は砂利で、泥の堆積はない。

調査地点 2 学校の南を流れる十二双川にかかる境橋。直線的な放水路に整備され、流量が豊富で流速も速い。土砂の堆積は少なく、両岸は垂直な壁である。

調査地点 3 学校のすぐ北を流れる安東川にかかる橋。流れは緩やかで、両岸の法面には樹木や多年草が繁茂する。泥が堆積し、不透明な汚れた水に見える。

調査地点 4 学校近くの農業用水路の西端の地点。春～夏に農業用水が流れる。近くに自噴井戸があり冬季も水は存在するが、止水に近く水位も低下する。

調査項目として、H27 年度は、水温と pH 及び EC の 3 項目を実施した。pH については、採水時だけでなく、ビーカーに検水に移して 1 週間程度放置し、最終 pH を測定した。H28 年度には、DO と COD のバックテストを加えた。また、CO₂ の溶解度の影響を考慮し、冷蔵庫内に保管して最終 pH を測定した。

(2) 地下水系の推測

葵区北安東、上足洗地区にある自噴井戸と、浅間神社の地下水で水質調査を実施した。浅間神社は賤機山の南端に位置し、安倍川はこの付近で伏流水となると推測される。また、比較のため安倍川本流でも水質調査を実施した。静清バイパス安倍川大橋付近から上流に向けて H27 年度は 3 地点で、H28 年度は 4 地点で計 3 回実施した（図 7、8）。

いずれも調査項目は、定点調査と同様とした。

(3) カワニナの分布調査

流量の多い流域として、定点調査地点 1 のある十二双川源流部と、北安東五丁目水路という排水路、そして自噴井戸の多い北安東地区の排水溝を調査地域の一つとした。また、学校の南側に多数走る水路をもう一つの調査地域とした。学校周辺には、水田脇の農業用水路と洪水対策用の排水路の 2 種類が存在している。農業用水路には稲の栽培期間のみ水が流れ、大きさは普通の側溝程度である。一方排水路は、深さ幅とも 1 m を超え、降水時には大量の排水が流れるが、ふだんの流量は多くない。どちらも最終的には巴川に流れていく。

個体数のカウントは、およそ 25×30cm の川底から手で採取して行った。目視で確認して採取するため、連続的に分布しているとは限らない。カワニナの大きさは 4 段階に分類したが、正確に測定したものではない。

3 研究の結果と考察

DO と COD については、生物の呼吸や光合成など多くの要因が複雑に絡み、変化する要因の特定が困難であったため、以下にはそれ以外の測定結果について記述する。

(1) 水系による水質の違い

ア 仮説の設定

川の上流域ほど水はきれいであろう。また、安東川と十二双川を比較すると、湧水の多い十二双川の方が水はきれいだろう。このことは、川の流れの外観からも推測できる。湧水は、最初の pH が中性でも、やがて脱炭酸により弱塩基性に変化するという先行研究を参考に、この調査結果に対する仮説を、以下のように設定した。

① 水温、EC、COD は川の上流域で低く下流域で高い。十二双川で低く安東川で高い。特に、気温と連動する水温や COD では、夏季にその違いが顕著である。

② DO は川の上流域で高く、下流域で低い。十二双川で高く、安東川で低い。

特に、微生物の活動が活発な夏季にその違いが顕著である。

③ 採水時の pH は、湧水である調査地点 1 だけ中性付近で、他は弱塩基性である。

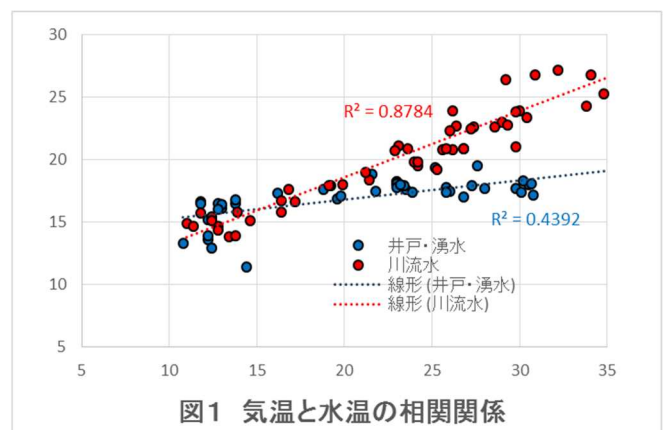
④ 検水を空気に放置しておくと、すべてほぼ一定な弱塩基性 (pH=8.0 付近) となる。また、冷蔵庫に保管すると、室内に放置した場合より pH は低い値となる。

イ 仮説の検証

調査項目のうち、最も水質の違いを正確に示したのは、EC であった (図 3)。その違いはごくわずかであるが、定点調査では常に地点 1 → 2 → 3 の順に高い値を示し、他の調査においても、合理的と思われる値が得られた。EC について、仮説①は検証されたといえる。

水温については、仮説①が検証されたといってよい結果となった (図 2)。水温と気温の関係を分析するため、流水群と湧水群の数値を比較してみた (図 1)。流水群は気温と水温が高い相関の比例関係にあるが、湧水群は相関が弱いこと、湧水群では気温約 17℃付近で気温と水温が逆転することがわかった。『年間の水温がほぼ一定である水

は、近くの湧き水に由来する』という推測が成り立つ。湧水はきれいだという前提が正しければ、夏は冷たく冬は暖かく感じる水はきれいな水だといえる。



pH については、仮説③、④が検証されたといつてよい結果が得られたが、(図 4、5) 炭酸水素イオン以外の陰イオンを含んでいる可能性も否定できない。最終 pH の測定、水温や EC の結果を総合的に判断する必要がある。

まとめると、水温の測定だけでもその水の由来が推測できるが、その水がきれいな水かどうかを判断するには、EC や pH を継続的に測定する必要がある。

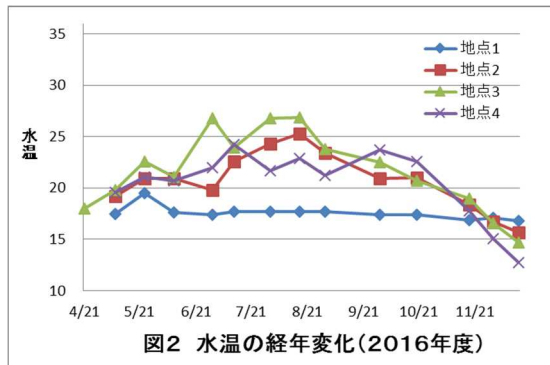


図2 水温の経年変化(2016年度)

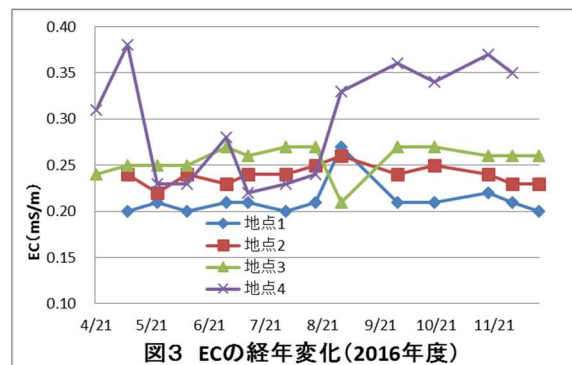


図3 ECの経年変化(2016年度)

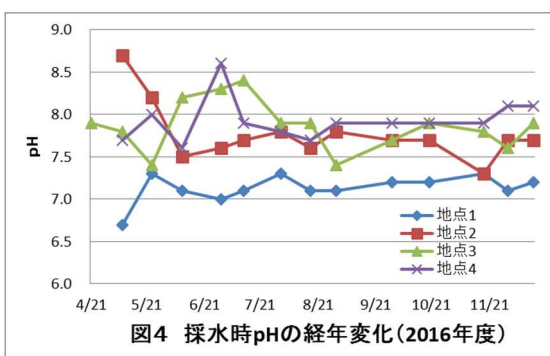


図4 採水時pHの経年変化(2016年度)

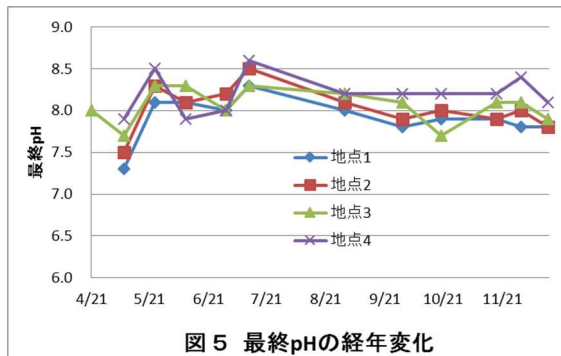


図5 最終pHの経年変化

(2) 地下水系の推測

ア 仮説の設定

今回実施した調査項目の値は、地下を流れている間はそれほど変わらず、安倍川本流や、定点調査地点 1 の値に近いと考えられる。ただし、地下の土砂や岩盤から多少はイオンが供給されるだろう。これらのことから、この調査結果に対する仮説は、以下のように設定した。

- ① 自噴井戸調査地における調査項目の値は、どの項目もほぼ同じになる。
- ② その値は定点調査地点 1 に近いが、EC はやや高い。
- ③ 安倍川における調査項目の値は、採水時 pH を除き、定点調査地点 1 に近い。
- ④ 自噴井戸の多い地域を通り、浅間神社方面から麻機沼低湿地方面に向かう、安倍川の伏流水による流れが存在している。

イ 仮説の検証

仮説①、②の、水温と EC に関しては、検証されたといつて良いだろう。採水時 pH に関しては、溶存 CO₂ 量の違いにより、中性付近を示す地域と弱塩基性を示す地域があるようだ。

仮説③、④については、調査地区に存在する自噴井戸の水が、安倍川の伏流水であると考えても矛盾しない結果が得られた。特に EC については、安倍川の伏流水が麻機沼低湿地帯の方向に流れていく間に、ミネラルがイオンとして溶け込んでいくのだろうと推測される。安倍川の水温が夏季に大きく上昇したのは、川の水が地下にしみ込む過程で、水温が低く一定になるとすれば説明がつく。

今回実施した調査結果を総合的に判断すると、調査地域の水が安倍川の伏流水であることが十分に納得できる結果だといつて良いだろう。

(3) カワニナの分布調査

ア 仮説の設定

湧水が見られる調査地点1は、水温がほぼ一定で水量が豊富であり、カワニナの越冬に有利と考え、以下のように仮説を設定した。

- ① カワニナは水質のきれいな十二双川の上流域で、繁殖と越冬をしている。
- ② 学校周辺の水路のカワニナは、十二双川の上流域から流水に運ばれた。
- ③ 学校周辺に運ばれてきたカワニナは、夏季は冷たい地下水が放水されている農業用水路で暮らし、越冬する個体は少ない。

イ 仮説の検証

調査の結果、圧倒的にカワニナが分布していたのは、夏季でも流量の少ない排水路だった。当然水温が高く、とてもカワニナが住めるようには見えなかった(図9)。産まればかりと思われる小さいカワニナも多数生息し、この地域で越冬、繁殖している可能性が高い。次に多かったのは、冬季でも水がかれない農業用水路で一定数が越冬しているようである。その他、農業用水路で水の涸れた10月に、落ち葉の下にカワニナが集まっている地点も確認された。

これに対して、流量の多い十二双川源流部、北安東五丁目水路、自噴井戸が集中している北安東の排水路はそれほど多く分布しておらず、予想外の結果であった。

仮説はいずれも誤っていたようで、カワニナは水量の少ない排水路に大量に生育しており、上流から運ばれてくることもあるだろうが、越冬している可能性が高い。



図6 水質の定点調査地点

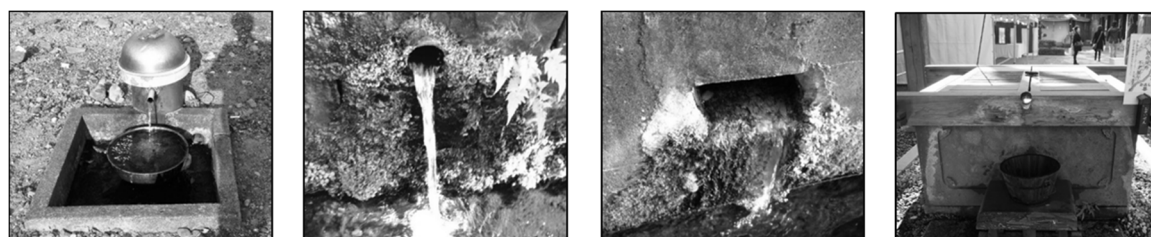


図7 自噴井戸の調査地

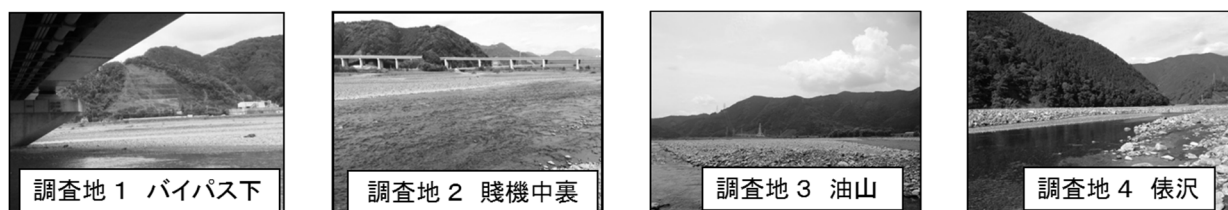


図8 安倍川本流の水質調査地

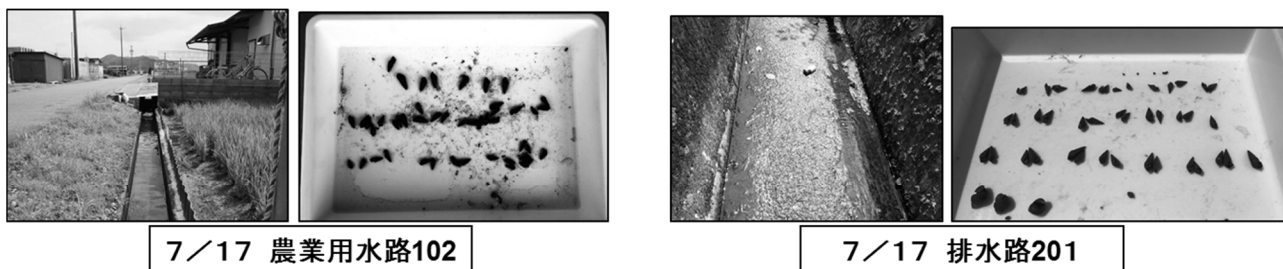


図9 カワニナの分布の様子 2

4 研究のまとめ

これまでの研究の結果、以下のような成果が得られた。

- ① 水質の違いを最もよく示すのは EC であり、川の下流域に行くほど上昇する。
- ② 湧き水がきれいという前提が正しければ、水温がほぼ一定な水系は、きれいな水であるといえる。調査地域の湧水は、気温 15℃以下になると水温の方が高い。
- ③ どの水も、pH は最終的には弱塩基性の 8.0 付近となる。湧き水は噴出する場所により炭酸を含み、中性付近を示すことも多い。
- ④ 浅間神社から麻機沼低湿地方面にかけての地下水系が安倍川の伏流水であることを裏付けるデータが得られた。
- ⑤ カワニナは、必ずしも冷たい水が流れている場所に多く分布する訳ではなく、冬季には流れの少ない本校周辺の水路でも越冬している可能性が高い。

結論として、これまでの調査結果を総合的に判断すると、浅間神社から麻機沼低湿地方面にかけての水系は比較的きれいな水であり、安倍川の伏流水であるといっていよう。しかし、そのきれいな水の存在が、学校周辺の水路に多数見つかったカワニナの生息を可能にする必要条件なのかは、今のところ検証できていない。

なお、本研究は山崎自然科学教育振興会の平成 28 年度研究助成を受けて行った。ここに深く感謝し、お礼申し上げる次第である。

5 今後の課題

水質に関する今後の課題が以下の①～④、カワニナに関するものが⑤～⑧である。

- ① 水温、pH、EC については、定点観測を継続し、自噴井戸の調査地域を拡大する。
- ② 低温恒温器が購入できるそうなので、温度一定の条件で pH の変化を調べる。
- ③ DO、COD については、継続するなら定点調査地点 2 と 3 に絞る。
- ④ 調査項目に、「水のきれいさ」と関係ありそうな流速、流量、水位などを加える。
- ⑤ 学校周辺の水路で、越冬個体がどれ位いるか調査する。
- ⑥ 分布域と季節変動を明らかにするため、個体数調査の回数と場所を増やす。
- ⑦ 移動の様子を知るため、標識再捕獲法も実施する。
- ⑧ 多く分布する場所に共通する、川底の様子、藻類などの環境要因を見つける。

6 参考文献

- ① 静岡農業高等学校生物部 脱炭酸によるミネラルウォーターの pH 変化 2012
- ② 静岡市上土町内会上土誌編集委員会編 上土誌 2004
- ③ 静岡市立安東中学校郷土研究部編 安東地区の研究 1988
- ④ 静岡市上下水道局下水道部下水道計画課 浸水ひなん地図 2012