

神奈川県立 生田高等学校

問い合わせ先：電話番号 044-977-3800

I 学校の概要

1 児童生徒数、学級数、教職員数

(平成 29 年 3 月現在)

(1) 生徒数 1070 名

(2) 学級数 自然科学コース 3 学級
一般コース 24 学級

(3) 教職員数 61 名

本校は平成 28 年度まで自然科学コースの募集を行っていた関係で、理系に興味のある生徒が多く、生物の観察会等、自然科学系の行事が豊富である。また、科学部・パソコン部の活動も活発である。

2 地域の概要

本校付近には生田緑地があり、樹林地が多く存在し、訪れる野鳥も多く、昆虫の種類も多いなど自然環境に恵まれている。また、ごく近くに平瀬川（支流）という川が流れている。この川について、数年前から水質の改善に向けた様々な事業が行われている。そのうちの一つに、川の環境に配慮した護岸工事がある。

3 環境教育の全体計画等

自然科学コースの 1 年次に行っている自然科学教室では、地形の成り立ちや構造の学習の一環として、富士山の成り立ちや周辺環境等について、火山模型作成なども含めて体系的に学ぶ。また、富士山の周辺の様子を実際に観察し、その環境を学ぶ。

自然科学コースの 2 年次では、つくば市にある産業技術総合研究所や実験植物園を訪問し、環境やエネルギー問題について考える。

また、科学部の活動として、水質調査を通して生田高校周辺の水環境や生物環境を学び、その中から自ら課題を発見し、課題研究に取り組む。

II 研究主題

平瀬川の水質調査

III 研究概要

1 研究のねらい

自らの住環境が水質にどのような影響を与えるのか、1 年を通して観測することにより、自然環境に向き合い、環境問題解決に向けた知見を得られるようにする。さらに、生徒自身が、水質調査の計画を立て、水質調査で何

が分かるのかを話し合い、予想を立てることにより、環境問題の解決のためにどのような取組ができるのかを率先して考える力を身に付ける。

2 校内の推進体制

(1) 研究推進体制

校長、副校長、教頭、理科教員、実習指導員、学習支援グループで推進委員を構成し、科学部顧問が中心となって生徒の活動の指導・助言を行う。研究主題である平瀬川の水質調査は、科学部の 2 年生 15 名が行っている。

(2) 観測体制

① 定点水質調査

平成 27 年度は、平瀬川の 3 ヶ所、上流・中流・下流地点で水温と濁度、匂いを週 2 回記録した。採取した水については学校に持ち帰り、以下の項目についてパックテストを行い、その数値を記録した。(pH、COD、 PO_4^{3-} 、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^-) また、BOD (生物化学的酸素要求量) については、1 ヶ月に 2 回の測定を行った。しかし、当初の研究であった、護岸工事を行った地点とそうでない地点では水質の違いについて、予想したようなデータの差が出ないことから、平成 28 年度は、通常の水質調査の範囲を 2 km ほど離れた 2 ヶ所 (以下上流と下流) に減らし、測定を行った。

② 水源と河口の水質調査

夏休み等を利用して、水源付近と多摩川に注ぎ込む河口付近 (以下水源と河口) の 2 ヶ所を新たに加えて水質調査を行い、データの比較を行うことにした。

(3) 観測機器などの設置状況

水質調査には「パックテスト」、硝化細菌の検出には「検出くん」を使用した。

3 研究内容

(1) グローブの教育課程での位置付け

グローブ講演会は自然科学コース 1 年次に設置した科目「環境科学」の授業として位置付けた一方、グローブの測定を行う生徒が科学部の部員であるため、水質調査については教科外活動とした。

(2) グローブを活用した教育実践

① 測定項目の数値的な意味

ア COD (化学的酸素要求量)

酸化剤によって水中にある有機物が酸化や分解に消費される酸素量を測る。この数値が高いと水中の酸素が消費されやすいので魚が住めなくなる。また自然の浄化作用も低下する。

イ PO_4^{3-} (リン酸態リン)

水中に含まれているリン酸イオンの量を測る。リン酸イオンは有機物の分解によって発生したり生活排水に含まれているので、この数値が高いと水中に含まれる栄養塩類が多いということになる。リン酸は植物の生育に重要な要素なので、少なすぎると困るが、多すぎると藻類の異常発生が起これ、環境に大きな影響を与える。

ウ NH_4^+ (アンモニア態窒素)

水中に含まれているアンモニウムイオンの量を測る。アンモニウムイオンは主に生活排水に含まれているため、この数値が高いと汚染源に近いことが分かる。

微量のアンモニウムイオンは無害だが、上流から多く検出された場合、その水は病原生物に汚染されている可能性がある。

エ NO_2^- (亜硝酸態窒素)

水中に含まれている亜硝酸イオンの量を測る。

この数値が高いということは、状態変化の途中である不安定な亜硝酸があるということであり、汚染源が近くにあることを示す。

亜硝酸イオンが水中に多く存在すると、水中の酸素を多く消費するため魚の体に影響を与える。

オ NO_3^- (硝酸態窒素)

水中に含まれている硝酸イオンの量を測る。

水中に存在する窒素は、最終的には酸化されて硝酸態窒素に変化する。この数値が高いということは水中に含まれる窒素の量が多いということで、下水や農地からの窒素の流出や、 NH_4^+ や NO_2^- 濃度がもともと高く、これらが酸化したことが考えられる。

カ BOD (生物化学的酸素要求量)

水中の有機物が微生物の働きによって分解された時に消費された酸素量を測る。この数値が高いと微生物が有機物を多量に分解したことが分かり、水が汚れていることを示している。



図1 上流の測定地点



図2 中流の測定地点 (護岸工事なし)

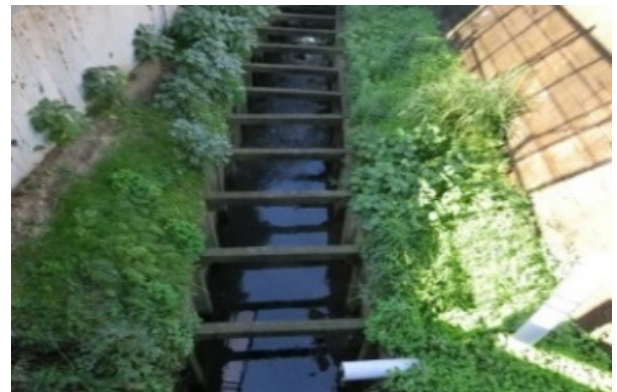


図3 下流の測定地点

② 定点調査及び、水源・河口付近の測定結果

次の図4～8は、①ア～オの測定項目についての測定結果をグラフで示したものである(単位 mg/L)。

学校行事や天候などで測定できなかった日はあるものの、毎月データは記録できた。

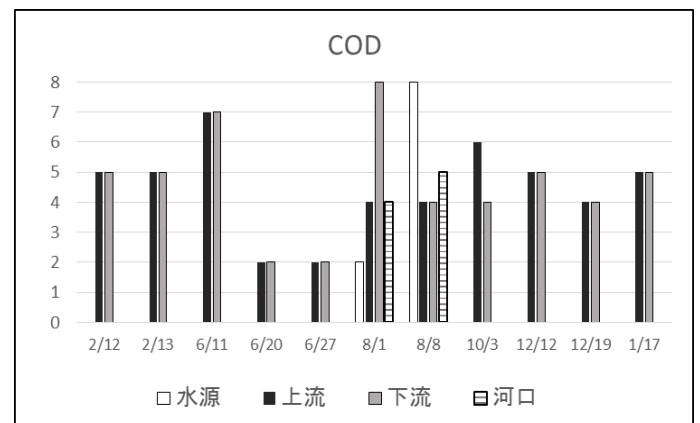


図4 COD

COD (図4) に関しては、数値を見る限り、神奈川県標準的な河川と比較すると、ほぼ平均的もしくはやや汚れているという結果であった。かなり数値のばらつきが見られるが、この理由は川幅が狭く、水量が少ないので、有機物等の汚染物質が流れ込んだときの影響が大きいためではないかと思われる。また、6月下旬頃数値が小さくなる傾向が見られた。

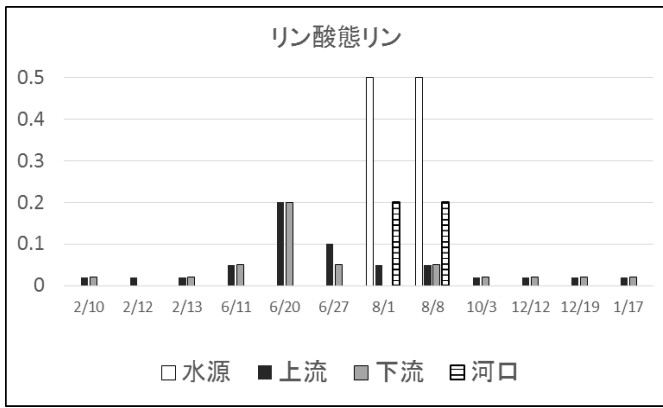


図5 リン酸態リン

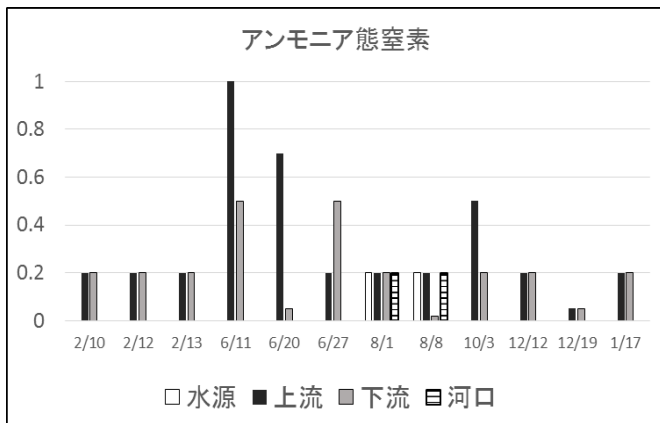


図6 アンモニア態窒素

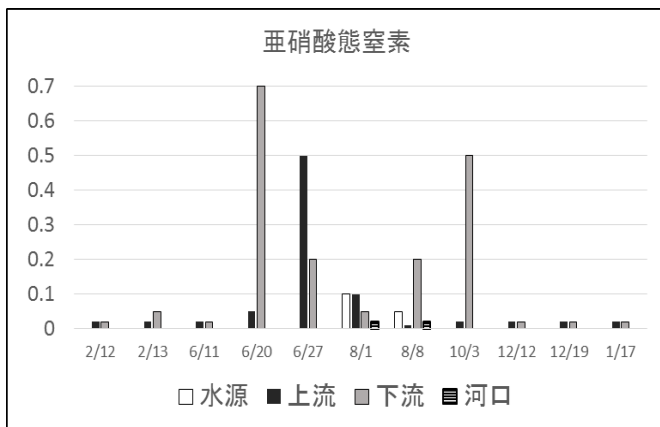


図7 亜硝酸態窒素

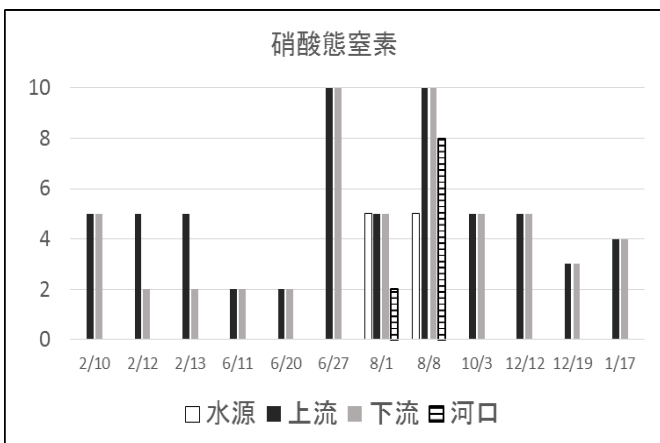


図8 硝酸態窒素

リン酸態リン（図5）に関しては、COD ほど数値のばらつきが大きくないが、水源付近の数値がかなり高い。これは測定地点付近に肥料などが流れ込む場所があるのではないかと推測される。

窒素全般（図6・7・8）に関しては、グラフからアンモニア態窒素の濃度が上がった後、それを追いかけるように亜硝酸態窒素が増え、亜硝酸態窒素のピークの後に硝酸態窒素のピークが訪れるように見えた。

また、COD と BOD を比較したものを次表に示す。

表 COD と BOD の比較

	BOD1日目	BOD2日目	COD
5/7	7	5	5
5/23	7	6	
6/6	7	6	5
8/8	7	6	4
10/3	7	6	4

以上の結果から、生徒が KJ 法を用いてデータを分析し（図9）、以下の仮説を立て、その検証実験を計画した。

仮説1： NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- の濃度のピークが一週間ほどずれて出現したのは、何らかの関連がある。

仮説2：COD の濃度が低い6月下旬には、河川にオオカナダモが大量に繁茂していたので、COD の濃度と NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- の変化にオオカナダモが関係している。

検証実験：河川の水質と同様の条件のもとで、オオカナダモを入れた水槽でこれらの濃度変化を測定する。

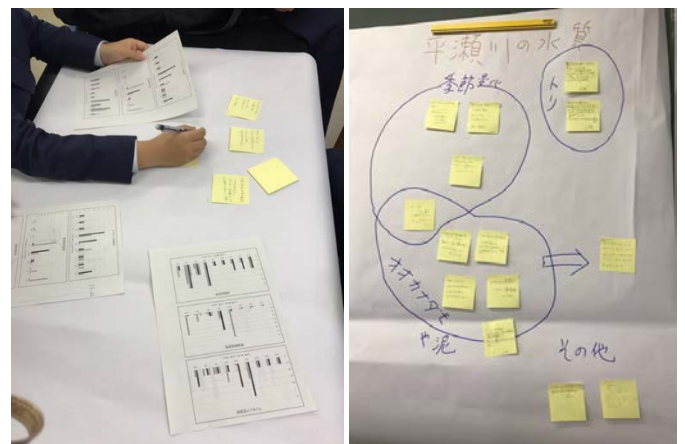


図9 KJ法でデータの分析をする

③オオカナダモを使った検証実験

オオカナダモが水質の浄化と NH_3^+ から NO_3^- への変化（酸化）に何らかの関連があるという仮説の検証を、以下の手順で行った。

平瀬川の水質とほぼ同様な水（本校にあるビオトープを利用）を入れた2つの水槽を用意し、一方にのみオオカナダモを入れた。それぞれについて、COD、リン酸態リン、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の値を

一週間程度パックテストで測定し、変化を調べた。(図10・11)



図10 実験に使ったオオカナダモ



図11 対照実験用のオオカナダモ無しの水槽

結果は、リン酸態リンの値には双方変化が無く、CODにはわずかに変化が見られ、窒素の濃度は明らかな変化が見られた。しかし、時間が経つといったん減少したアンモニア態窒素が再び増加してしまった。これは水中の酸素が無くなり、いったん亜硝酸や硝酸に酸化したものが、再び還元されてアンモニアに戻ったものと思われる。そこで、河川の環境に近づけるため、エアポンプを設置し、同様の実験を行った。以下に変化が見られたもののグラフを示す(単位 mg/L)。

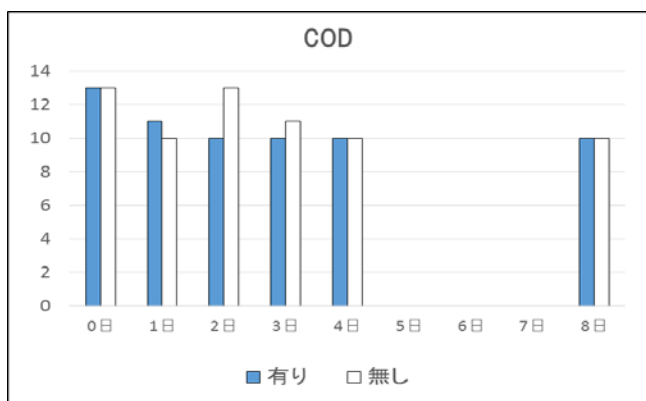


図12 COD

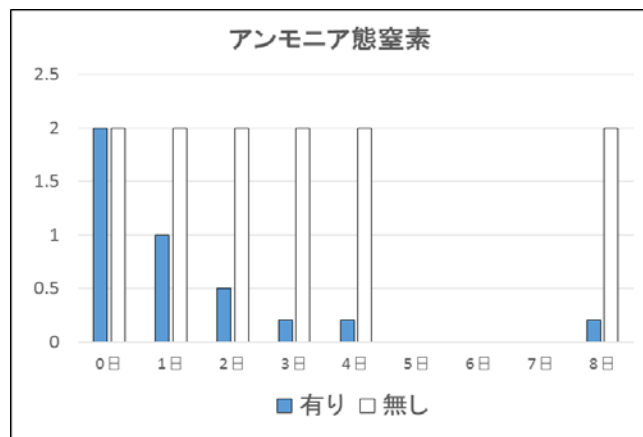


図13 アンモニア態窒素

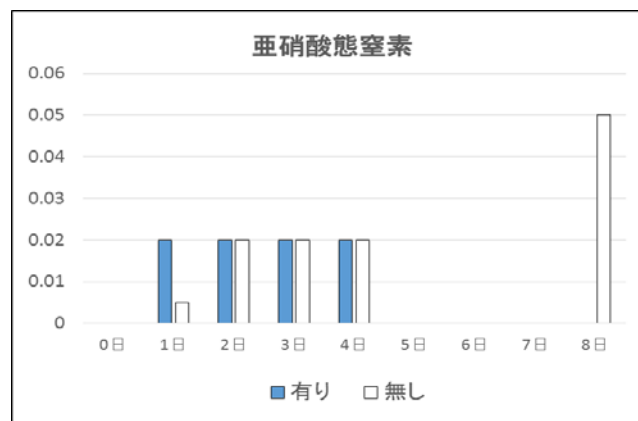


図14 亜硝酸態窒素

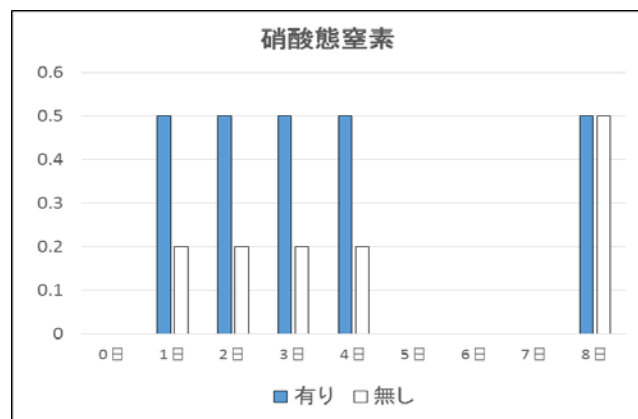


図15 硝酸態窒素

グラフの5日目から7日目は、学校が休業日であったため、数値が測定できなかった。CODに関しては、オオカナダモ無しの方が水質が若干改善していると見られるが、特に大きな差異は見られなかった。

アンモニア態窒素は明確な差が表れ、オオカナダモがアンモニアを吸収している、もしくはアンモニアの酸化が進んでいることがよく分かる。

亜硝酸態窒素については、実験から1日経ったデータでは、オオカナダモ有りの数値が増加し、アンモニアの酸化の速度がオオカナダモ無しの水槽より速いことが分

かる。8日後はオオカナダモ有りの水槽ではほとんど亜硝酸態窒素は見られず、硝酸態窒素に酸化された可能性がある。

硝酸態窒素でもオオカナダモ有りと無しでは顕著な差が生じ、有りのほうで早いうちから硝酸態窒素の濃度が高くなっていることが分かる。なお、再現性を確認するため、3回ほど同じ実験を行ったが、同様の傾向が見られた。

これらの結果と、オオカナダモには $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ の変化を起こす能力は無いことから、生徒たちが、「オオカナダモに付着している硝化細菌が酸化を行っているのではないか。」という新たな仮説を立てた。これを検証するために、硝化細菌検出キット「検出くん」を購入し、オオカナダモ有りと無しの水槽で、硝化細菌の数を調べることにした。少し分かりづらいが、図16で上の段がオオカナダモ無し、下の段がオオカナダモ有りの結果となった。わずかに下の段に反応が見られ、仮説のとおり、オオカナダモがあると硝化細菌の数が多くなった。ただ、想定したほどの差は無かったので、この原因として考えられるのが、「検出くん」の購入が遅れたことにより、使用したオオカナダモが弱ったことが考えられる。次回はこの反省を踏まえ、水質の測定と同時期に硝化細菌の測定を行いたい。

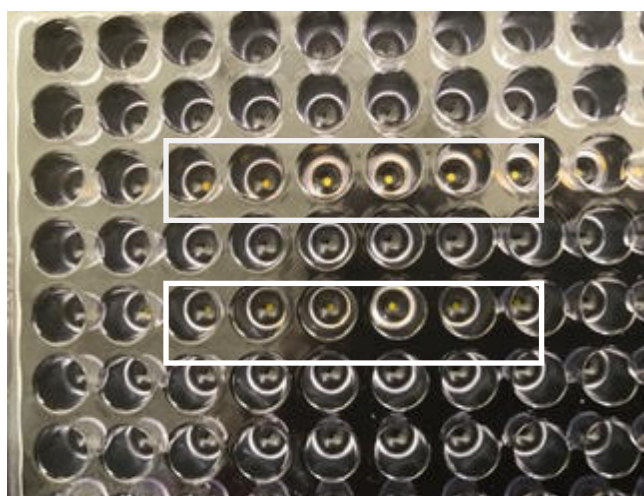


図16 検出くんを用いた反応

③生徒対象の研修会

平成27年度には3回、平成28年度には2回、講師を招いて講演会を行った。平成27年度の講演テーマは「多摩川及びその支流の水質について」、平成28年度のテーマは「ドイツの文化と環境に対する意識」であり、対象は自然科学コースの1年次生と、科学部部員とした。平成27年度の講演で身近な環境問題に目を向け、平成28年度でグローバルな視点から環境問題を考えさせるというねらいが達成できた。



図17 講演会の様子

④第9回「グローブ日本 生徒の集い」参加

平成28年12月3日・4日に行われた「生徒の集い」へ科学部の生徒12名が参加した。発表のための実験や準備を10月から行い、生徒個人のスマートフォンや学校のコンピュータ教室などを利用してデータをまとめ、発表用のパワーポイントやポスターをまとめた。(図18・19)



図18 パワーポイントの作成

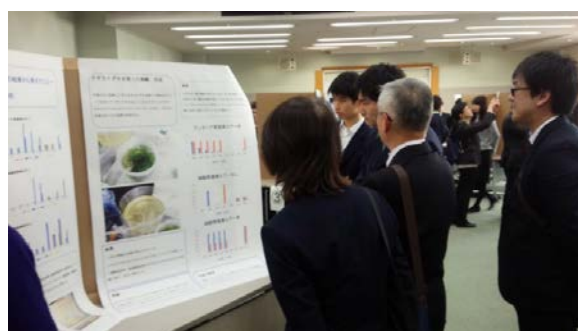


図19 「生徒の集い」ポスター発表

「生徒の集い」本番では、試験期間と重なり準備が十分にできなかったにもかかわらず、非常に優れた発表を行い、助言者から高い評価が得られた。

IV 研究の成果と課題

第9回「生徒の集い」に参加した後の平成28年1月に、グローブの活動全般に関するアンケートを行ったところ、「環境問題を考えるきっかけになった。」「継続して活動が続けて行きたい。」「生徒の集いに参加して、全国で地域ならではの環境問題に取り組んでいて、大変興味深かった。」「充実した経験ができた。」等の感想が多く、生徒にとっては大変貴重な経験となった。

また、グローブの活動をもとに、平成27年11月7日高文連理科専門部研究発表大会での発表、平成28年3月21日かながわ国際サイエンスフォーラムでの発表、平成28年11月5日高文連理科専門部研究発表大会での発表をそれぞれ行い、理科部門研究発表会では高文連会長賞を受賞、国際サイエンスフォーラムでは研究奨励賞を受賞した。

平瀬川における硝化細菌と水質との関係やオオカナダモの水質改善の研究は、まだ始めたばかりで道半ばである。今後も継続的に平瀬川の水質に関するデータを蓄積するとともに、平瀬川の水質の改善に向けて、どのような実験を行うことにより実証できるのか、生徒とともに考え、仮説を立てて研究を続けていきたい。

V 今後の展望

平成27年度から続けている平瀬川の水質を継続的に続けるとともに環境の改善に向けた提案につなげられるものとするのが最大の目標である。また、今回のグローブに関する研究内容は、主に水質調査を重点的に行ったが、本校科学部ではこれ以外にも水中の微生物や平瀬川水域の昆虫や野鳥などの観察なども幅広く行っている。水質とこのような生物のデータを結び付け、一つの研究として確立し、環境に関係した研究を、自ら考え実践していける生徒を育成したい。

〔参考文献〕

－論文－

オオカナダモの生育に及ぼす環境要因の影響について

滋賀県立大学大学院環境科学研究科

在来植物のハスを用いた水質浄化実験

大阪府教育センター

〔グローブ活動メンバー〕

第9回「グローブ日本 生徒の集い」

口頭発表及びスライド作成

生田高校2年 緒川 颯太

生田高校2年 松永 恭子

生田高校2年 藤田 七海

生田高校2年 渡邊 敦
生田高校2年 大津 隆也
ポスター作成及び発表
生田高校2年 白井 星斗
生田高校2年 杉岡 雄介
生田高校2年 山端 悠真
生田高校2年 板東 将大
生田高校2年 中島 海風
生田高校2年 細田 将太郎
生田高校2年 萬木 涼子