



京都府立綾部高等学校

問い合わせ先: 0773-42-0453

I 学校の概要

1 児童生徒数, 学級数, 教職員数

(1) 生徒数・学級数(平成30年5月1日現在)

	1年	2年	3年	計
学級数	2	2	2	6
生徒数	60	55	60	175

(2) 職員数 35名(平成30年5月1日現在)

校長	副校長	事務長	教員
1	1	1	27
技術職員	養護教諭	図書司書	事務職員
1	1	1	2

2 地域の概況

綾部高等学校東分校がある綾部市は、京都府の中央北寄りに位置する田園都市で、美しい自然環境や豊かな里山・田園と農村の暮らし、平和



と歴史・文化に彩られた市街地、ものづくりを中心とする多様な産業の集積、そして京阪神地域と日本海地域をつなぐ交通の要衝地であることなど、地方小都市ながらさまざまな機能や特性が備わっている。

また、強い郷土愛や高い文化度、温厚で粘り強い市民性、加えて「郡是」の創業や「大本」の開教、日本初の世界連邦都市宣言等に見られる進取の気質、営々と受け継がれてきた地域の伝統行事など、多くの有形無形の歴史的・文化的資産を有している。

3 環境教育の全体計画等

(1) 化学的水質調査

由良川の水温、pH、透明度、浮遊物質、COD、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、リン酸塩などを定期的に調査し、年間にわたるデータの採取・蓄積を図る。(分析化学部、科目「分析」)

(2) 生物学的な水質調査

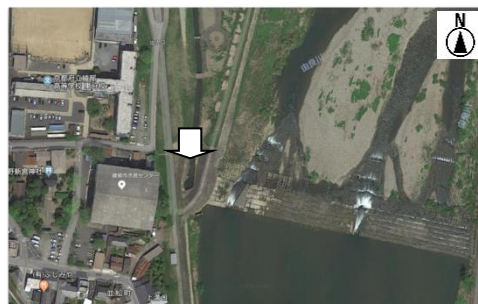
環境指標となる水生生物の調査を行う。また、外来生物等の調査も併せて行う。(科目「農業と環境」、分析化学部)

(3) 気温、気圧、大気等の調査

百葉箱内に機器を設置し、継続的な調査を行う。(分析化学部)

※上記(1)から(3)までの調査については、校舎内百葉箱(+35° 17' 53.8", +135° 15' 45.1")、校舎沿いの河川(+35° 17' 52.5", +135° 15' 48.2")を定点

として行う(図1)。



(図1) 由良川キャンパスと調査地点

(4) 由良川の清掃活動

清掃活動だけでなく啓発活動も行う。一般市民に呼び掛け「由良川クリーン作戦」を実施する。(分析化学部)

(5) リサイクル活動

流木を回収し形を整えた後それを材料に用い、イベントにて鉛筆立てやモニュメント作り教室を実施する。(分析化学部) また、廃油を用いた石けん・ロウソク作りなどを行う。(科目「分析」)

(6) 生徒交流の実施

由良川の保全活動を通して生徒交流や情報交換し、互いの研究内容を深める。(分析化学部)

(7) バイオエタノール化への取組

由良川のオオカナダモの有効活用として、バイオエタノール化の取組を行う。(課題研究)

(8) 研究内容の発表など地域への情報発信

京都府学校農業クラブ連盟大会や全国ユース環境活動発表大会などで実践発表を行う。また、出前授業として地元保育園・小中学校にて環境出前授業を実施する。(分析化学部)

II 研究主題

水温の変化が及ぼす河川環境や生物種への影響
～河川の水温上昇の実態を探る～

III 研究の概要

1 研究のねらい

京都府立綾部高等学校東分校がある綾部市では、古くから養蚕業が盛んだったことから「蚕都綾部」と言われ、前身である京都府蚕糸業組合立高等養蚕伝習所の設立から約125年を迎える。農業科、園芸科、農芸化学科の3学科を設置し、それぞれの特色を生かした学習を行っている。校舎沿いには丹波高地に源を発し若狭湾に注ぐ由良川があり、河川の風景、せせらぎの中で、日々の学習や実習に取り組んでいる。校舎から眺める由良川の姿は壮大で、長い間多くの生徒たちの成長を見守ってきた。

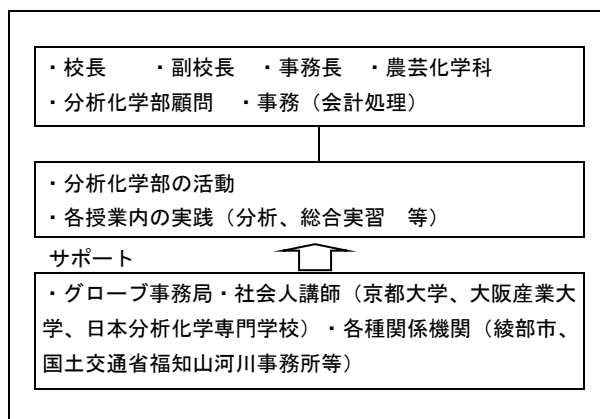
一方、平成25年には台風18号の影響により、京都府、滋賀県、福井県に初めて特別警報が発令され、由良川が氾濫し甚大な被害をもたらした。自然の脅威を思い知らされた。その由良川は人々の生活に密着しており、農業用水や水道水としても利用されている。

本校では立地条件を活かし、由良川の水質調査を20
 年程前から行っており、平成23年度からは調査に取り
 組むプロジェクトチーム(後の分析化学部)が発足し、
 より活動を活性化させてきた。水質調査だけでなく、
 水生生物調査、植生調査、定期的な清掃活動などに取
 り組んでいる。また、「由良川を守る」という強い使
 命感から、自分たちを「由良川レンジャー」と称して、
 地元小学生への環境出前授業や各発表、啓発活動を実
 施している。

2 校内の研究推進体制

(1) 研究推進体制

今年度は分析化学部の活動と農芸化学科の授業が
 柱となり、調査研究活動を推進した(図1)。



(図1) 研究推進体制組織図

(2) 観測体制

グローブの取組を農芸化学科における授業及びカ
 リキュラム(課題研究、総合実習、分析等)に位置
 付け、野外でのフィールドワーク及び実験室での分
 析によって各調査を行っている。また課外活動とし
 て、分析化学部が水質調査を中心に調査研究を行っ
 ている。分析化学部など課外活動として取り組む事
 で、主体的かつ継続的な調査が可能となっている。

(3) 観測機器などの設置状況

農芸化学科の実験器具・測定機器を用い、調査を
 行っている。また、前回グローブ校として活動した
 際に使用した温湿度計、最高最低温度計、pHメー
 ター、透視度計、気圧計などを活用し、百葉箱につ
 いては先輩が手作りした物を活用している。

3 研究内容

(1) グローブの教育課程への位置付け

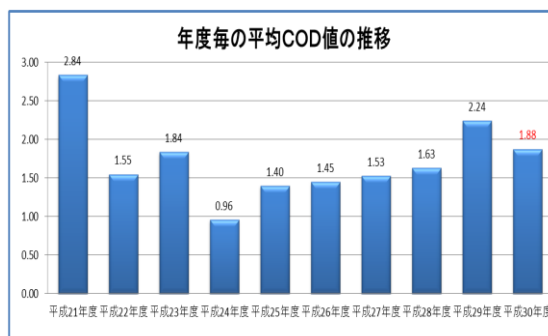
由良川キャンパスは農業科として専門的な学習を
 行いう中で、植物、土、川、雨、温度など、自然環
 境の状態や変化に対応しながら学習を行っている。
 つまり、自然の変化や様子を知ることが必然的であ
 り、グローブの調査活動に関連づけして教科活動を行
 った。また、農芸化学科の実験や分析などの学習
 内においても位置づけした。実施科目等は以下のと

おりである。

1年生	科目「農業と環境」	(3単位)
3年生	科目「分析」	(2単位)
	科目「総合実習」	(5単位)
	科目「課題研究」	(3単位)
	プロジェクト活動	(分析化学部)

(2) グローブを活用した教育実践

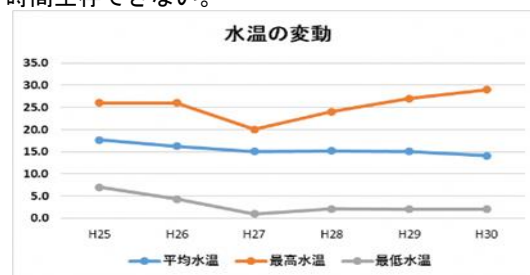
農芸化学科の実験技術を駆使し、COD、DO、
 アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、リン酸塩などの
 由良川の水質調査を行っている。本来ならBODに
 ついて調査するのが一般的であるが、調査の過程
 から本校ではCODについて調査している。CODと
 は化学的酸素要求量のことで、水中の有機物の濃度
 を表したものである。方法は、サンプル水に硫酸・
 硝酸銀・過マンガン酸カリウムを入れ、30分加熱後、
 シュウ酸ナトリウムで還元、再び過マンガン酸カリ
 ウムを滴定し、使用した量でCOD値を求めた。結
 果、今年度の平均値は1.88mg/Lとなり、平成24年
 度から上昇傾向であることが分かった(図2)。こ
 の数値は一般的には美しい河川と言えるが、今後も
 継続的な調査が必要である。



(図2) 年度毎の平均COD値の推移

DO(溶存酸素)については、ウインクラ一法を
 用いて調査した。調査毎に、各水温における飽和溶
 存酸素量(例:1気圧、25°Cの条件下では、8.11mg/L)
 と同等の数値が得られ、酸素量に問題点は見られな
 かった。

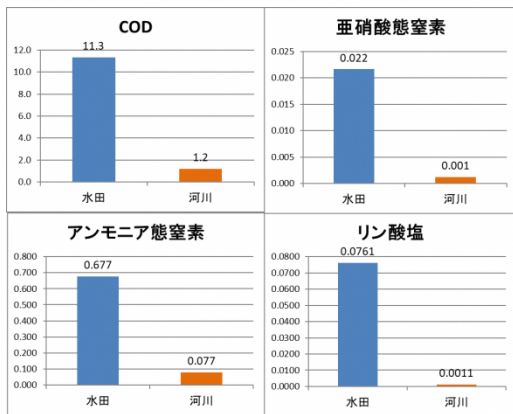
次に、気温と水温の関係や水温の経年変化を見る
 ため比較を試みた(図3)。最低水温は5度を切っ
 ており、過剰な外来生物種の侵入は防げていると考
 えた。また、今年度の最高水温が観測史上最高とな
 る30°Cとなり、地球温暖化の影響が考えられる。ア
 ユなどの淡水魚の数種は、30°C以上の水温下では長
 時間生存できない。



(図3) 年ごとの水温変化推移の推移

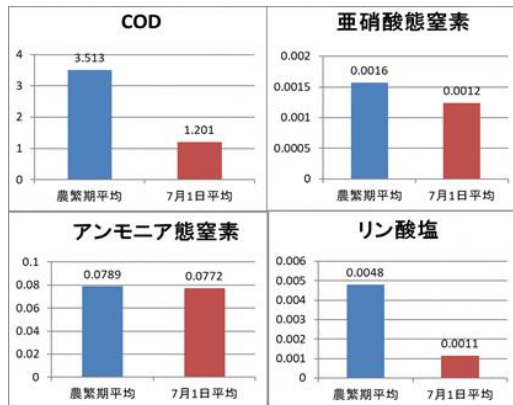
また、高水温では溶存酸素量が減少し低酸素状態になること、積算温度上昇による成長の早熟化、有機物の腐敗など、様々な問題が発生する可能性があり懸念される。水温上昇の原因となる地球温暖化や水環境の保全により、由良川の豊かな生態系を守ることに繋がる。

毎年春先の河川は、茶色く濁り淀んでおり、その汚れの時期と田植えの準備時期が重なることから、その原因を田植えの準備や代掻き水など農業用水であると考え、調査することにした。まず、部員で手分けして各地域の水田水と採取し、各項目について分析を行った。やはり、河川水より水田水の方が全ての項目で多いという結果となった(図4)。



(図4) 水田水と河川水の水質比較

次に農繁期の河川水と農繁期後の河川水を採取し、分析・比較を行った。どの項目も農繁期後より農繁期の値が高くなった(図5)。水田水が河川に流れ出て、水質に悪影響を及ぼしており、その原因を土壌の流出と共に日本の農業では当たり前となっている多肥料栽培が影響していると考えた。



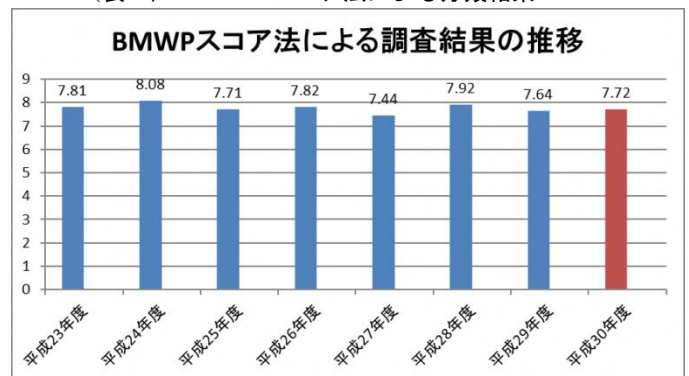
(図5) 農繁期と農繁期後の河川水の水質比較

また、実際生物にどのような影響があるのか、ウェーダーを着用し河川で調査を行った。調査に当たっては、大阪産業大学平祥和氏の協力を得て行った調査後、実験室にて同定作業を行い、種を特定し、BMWPスコア法にて点数化した(表1)。結果は平均値が7.72となり、問題無い数値が得られたが、

生物種を表す出現科数値は僅かであるが、増減を繰り返していることが分かった(図6)。その原因について、私たちはフィールドでの活動から①河川整備による地形変化、②増水や農業用水ダムによる水量の一定化(川底の堆積物(微粒子)が流れない)、③地球温暖化や生活排水による水温の上昇、④そもそも隔年で繰り返す習性がある、等を仮説として考えた。一要因だけでなく、各要因が絡み合っている可能性もあるが、もし仮に人為的な要因が原因だとすれば、具体的な対処方法を模索していく必要があり、今後も調査していきたい。※BMWPスコア法とは、生物毎に得点が定められており、採取した生物の得点を平均化したもので、数値が高いほど水質は良いとされている。

分類群名	スコア値	
カゲロウ目	ヒメフタオカゲロウ科	8
	チラカゲロウ科	8
	ヒラタカゲロウ科	9
	モンカゲロウ科	8
トンボ目	サナエトンボ科	7
	オニヤンマ科	3
カワゲラ目	カワゲラ科	9
アミメカゲロウ目	ヘビトンボ科	9
トビケラ目	ヒゲナガトビケラ科	9
	シマトビケラ科	7
	ナガレトビケラ科	9
	ヒゲナガトビケラ科	8
コウチョウ目	ホタル科	6
	ヒラタドROMシ科	8
ハエ目	ブユ科	7
	ガガンボ科	8
ニナ目	カワニナ科	8
エビ目	サワガニ科	8
集計結果	出現科数	18
	総スコア値(TS値)	139
	平均スコア(ASPT値)	7.72

(表1) BMWPスコア法による分類結果



(図6) BMWPスコア法による調査結果の推移

<魚類調査>

分析化学部の由良川保全活動が評価いただき、環境大臣表彰地域美化功績者表彰を受賞したことにより、由良川や生物種についての問い合わせも増加した。その一つとして、減少しているアユについて地

元旅館組合からの問い合わせがあった。由良川はサケが遡上する最南端の河川であり、かつアユが生息する川100選に選ばれ、上流の美山の



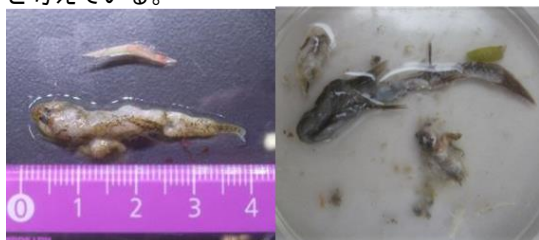
アユは全国的にも有名である。しかし、近年アユの捕獲数が減少しているというのである。そのため、地元の産業の活性化、アユの生息する河川を取り戻すため調査を始めた。

調査場所として、COD値が比較的高かった犀川を選び、刺し網やたも網などを用い、個体数調査を行なったところ、カワムツ、オイカワ、フナ、カマツカなどの一般的な魚やカワヒガイ、カネヒラなど場所によっては絶滅危惧種とされる魚が確認できた(表2)。一方アユの個体は少なく、替わって外来種が捕獲されることも度々あった。このことから、由良川にも多くのオオクチバス、ブルーギルが生息していると考えられる。

アカザ	ギンブナ	ヌマチチブ
アブラボテ	シマドジョウ	ヌマムツ
アユ	スゴモロコ	ブラックバス
ウキゴリ	スズキ	ブルーギル
ウグイ	ズナガニゴイ	ボラ
オイカワ	タカハヤ	マゴイ
カジカ	タモロコ	ムギツク
カネヒラ	ドンコ	メダカ
カマツカ	ドジョウ	ヤツメウナギ
カワヒガイ	ナマズ	ヤリタナゴ
カワムツ	ニゴイ	ヨシノボリ類
ギギ	約34種	

(表2) 捕獲できた魚類

ブラックバス、ブルーギルは、「特定外来生物」に分類され、飼育や移送、放流などが禁じられており、死後実験室に持ち帰り、胃の内容物調査を実施したところ、多数の在来魚類、エビ類が発見された。在来魚類では、カワヨシノボリ、タモロコなどが多く(図7)、大部分は消化され種が不明な個体もあり、明らかにアユと考えられる個体は発見できなかった。ただし、アユとブラックバスが同時に捕獲できたことから、同一生活圏で暮らす固体の存在も考えられ、捕食など何らかの影響は受けていると思われる。今後は、水温の変化の程度や、水質の状態、川底のコケの状態、水生昆虫との棲み分け、産卵場所の状態など、様々な事柄を継続調査していきたいと考えている。



(図7) カワヨシノボリ、タモロコと推測される個体

<啓発活動等>

私たちは、由良川の素晴らしさとともに現状やごみ問題について多くの人に伝えるため、京都環境フェスティバル、学校祭、東祭などで展示発表や、由良川の流木のリサイクルとして、鉛筆立て作り教室を実施した。また、京都府学校農業クラブ連盟大会や、全国ユース環境活動発表大会などに積極的に参加し、発表することで多くの方に自分たちの思いを伝えることができた。今年の京都環境フェスティバルには、約70cmの真鯉も含め、約60匹の魚類を展示し、多くの方に見て楽しんでいただいた。

また、私たちは環境出前授業を実施し、地域の子供たちに由良川の素晴らしさとともに、ゴミ問題などを訴えている。それは、自分たちの経験から、幼少期の自然体験がその後の人生での「生き物を大切に作る心」や「自然を大切に作るちょっとした心がけ」に繋がると感じたからである。

綾部小学校では、3年生児童89人を対象に、由良川の概要や水質、ゴミの話や、水生生物の紹介や顕微鏡観察を行った。また、由良川レンジャーが登場しアクションを交えた環境劇の実施や由良川クイズにより伝えた事の確認を行った。最後に子供たちから、「ゴミを捨てないようにしたい!」「僕たちも川をきれいにしていきたい!」という感想が聞かれ、やりがいを感じると共に、多くの人に伝えることの大切さを改めて実感した(図8)。

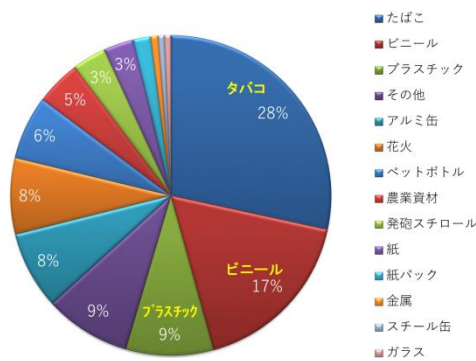


(図8) 小学校での環境出前授業

<由良川クリーン作戦>

由良川での調査活動を通して新たな課題に直面した。それは、ゴミ問題である。河川を守る由良川レンジャーとして、この問題にも取り組むことにした。定期的にゴミを回収すると共に、どのようなゴミが多いのか、分別・記録を行っている。タバコが一番多く、続いてビニール類やプラスチックとなり、漂流ゴミよりも、人為的ゴミが多いことが分かった。

投棄されたゴミは様々で、夏期後には花火やバーベキューの残骸がそのまま残っていることもあり、回収してもまた捨てられることが繰り返され、何度も心苦しい思いをした(図9)。また、プラスチックやビニールなどは川から海にながれ、紫外線などによって徐々に微粒子へと分解され、マイクロプラスチックとして海洋を汚染し、生態系に影響を与えることから、年々大きな問題になっている。



(図9) 回収ゴミの種類

私たちは、この現状を打開するため、「由良川クリーン作戦」を実施している。これは、市民とともに由良川の保全活動を行う取組である。参加者を増やすため、関係機関を回り、手作りのポスターの掲示と協力を依頼した。地元商店街、一般企業、ラジオ局、新聞社など一軒一軒周り、由良川クリーン作戦への参加を呼びかけた。本当に多くの方に依頼を行うと同時に、励ましのお言葉をいただいた。

第1回目の25名での実施から始まった由良川クリーン作戦は、年々参加者が増え、第6回には、地元企業の方々、綾部市環境保全課、福知山河川国道事務所、警察、高校生、大学生、保護者など過去最多の約220名を越える方々の参加があった(図10)。地元の消防の方に警備をしていただき安全にも配慮した。回収したゴミの重さを図り、上位十名の方に「たくさんゴミを回収したで賞」という賞を作り、授業で栽培した野菜や花などを景品として渡すなど工夫を凝らした。そして、回収したゴミの重量は、約373kgにも及ぶものとなった。

由良川クリーン作戦をとおして、産・学・官・民の連携の絆ができるとともに、人と人のつながり、そしてその大切さを感じました。この地域に広がる活動を今後も続けていきたい。

次回は平成31年4月14日を予定し、たくさんの人に参加していただけるよう、更に啓発活動に力を入れたい。



(図10) 由良川クリーン作戦集合写真

<バイオエタノール化への挑戦>

ブラックバスなどの外来生物問題について考えている折、オオカナダモの存在について興味を持った。

オオカナダモは、別名「アナカリス」と言い、南アメリカ原産で普通にホームセンターで売られている。実験用や観賞用に持ち込まれ広く繁殖し、繁茂による沈水植物の光合成阻害(在来種であるクロモの減少)や水流を阻害、腐敗による悪臭の発生などの問題が発生している。由良川におけるオオカナダモなどの生息状況を調査すると共に、その活用方法について研究した。

由良川やいくつかの支流では予想外に少なかったが、用水路では一面埋め尽くされている所もあった。なお、コカナダモもオオカナダモと同様の生息環境であった。クロモについては、株数が少なかったが、より緩やかな流れで川底が砂地に自生していた。

オオカナダモの活用方法として食料化を考えた。ビタミンC(インドフェノール法)と鉄分(フェナントロリン比色法)について調査したところ、ビタミンは殆ど存在しないという結果になったが、鉄分については、予想以上の含有量が確認でき、生息環境が良ければ、食料として利用できる可能性があると考えた(表3)。実際天ぷらにして食べたが、問題はなかった。

サンプル名	1g当たりの鉄分量
オオカナダモ	0.082
コカナダモ	0.132
ほうれん草	0.037

(表3) 鉄分の含有量 単位: mg

また、オオカナダモからバイオエタノールを精製する研究を長浜バイオ大学の長島淳先生が取り組まれており、大島先生より助言を受けながら研究を行った(図11)。一つの結論として、一定のエタノールを得ることはできるが、効率は悪く、特に高校の設備や機器で行うには難しいことが分かった。加水分解に必要な酸の濃度を高めるなど、工夫し引き続き調査を行う予定である。



(図11) 大島教授より御指導いただく

IV 研究の成果と課題

私たちは、校舎沿いに流れる由良川を観測の中心として、水質、大気、土壌などの調査に取り組んできた。由良川は美しい河川であり、守り受け継ぐ河川である。本調査を通して由良川は、多くの事を私たちに教えてくれた。

美しく多くの生命を育てている反面、今年も増水による氾濫が発生し、時に脅威を感じる。今回の調査で

は色々な水質判定を試みたが、四季折々に様々な表情を持つ由良川を判定するにはまだまだ分からない事が多く、さらにデータを積み重ね、かつ多面的な視野で見つめていく事が必要であることが分かった。

生徒はイメージで終わる事が多い日常において、実際に調査し自分で感じ得る事は、自分の予想に対しての結果を自分で獲得することであり、より理解が強まると共に印象に残すことができると考えている。スマートフォンやゲームなどデジタルの中で活動する生徒が増えている中で、常に漫然としか見ない空、水、土、空気、野草に目を向け、生徒らは五感で様々なこと感じ取る大変豊かな感性や観察力など様々な能力を身に付ける事ができたと感じている。また、各専門家や由良川クリーン作戦に御協力いただいた多くの方との出会いによって、知見を広げるだけでなく生徒の刺激や意識の高揚に繋がったと考えている。

データ送信については、生徒が自分のスマートフォンでデータエントリーできるようになり、現在リハール中である。河川的环境悪化に繋がる観測上の変化を逃さないよう、丁寧に調査したい。

V 今後の展望

活動のメインとなっている分析化学部では、自分たちを「由良川レンジャー」と称し、学校内では研究調査活動を実施し、学校外ではレンジャー衣装を身にま

とい、様々な啓発活動を行ってきた。生徒らは、実際に自分たちが知り得た知識や体験を活かし、レンジャーとして子どもたちに伝えることで、より一層「由良川を守る」という使命感が強まった。今後もこのスタイルは継続していきたい。4年前、グローブ校として指定されたことをきっかけに、観測体制が少しずつ整備できてきた。次年度以降、グローブの位置付けをさらに明確化させ、生徒、教職員に情報発信し、本観測プログラムに携わる生徒を増やしたい。また、学校全体へ働きかけることで可能性は広がり、研究が深まるだけでなく、普段の生活の中で少しでも環境に負荷をかけない行動につながればと考えている。また、由良川の調査を通じたネットワークとして立ち上げた高校生由良川流域ネットワークの活動を推し進め、由良川上流から河口まで河川全体の調査や保全に取り組みたい(図12)。



(図12) 海洋高校生と分析化学部員