

芦田川の水生生物と水質環境

— 中学2年生「環境について学ぶ」の課題研究 —

畦 浩二

生徒の日常生活においては、「負」のイメージが強い芦田川を上流域から下流域にかけて、生物学的側面と化学的側面の両面から調査を行った。調査結果は、生徒が作成したホームページに報告書としてまとめ掲載した。この課題研究を通して、生徒は地域的な視点での環境問題に気づき、それを理解し、さらには、その中から新たな課題を見いだすこともできた。このような地域的な視点からの活動は、自己の生活に根ざした環境学習を展開するうえで大事と考えられる。

はじめに

当校では、1991年度から理科のカリキュラムとして環境教育を行い、総合力を身につけた豊かな人間性に富む生徒の育成を目指し、教育内容の充実に取り組んできた。その取り組みにおいては、各科目の通常授業の単元学習や課題学習、探求活動だけでなく、環境学習を目的とした選択授業もカリキュラムに取り入れて実践してきた¹⁾。現在、中学2年生で実施されている「環境について学ぶ」の講座は、そのような環境教育の延長線上に位置づけられており、酸性雨プロジェクトとGlobeプログラムを中心にインターネットを利用した教育活動を展開している。また、環境庁が主催する「こどもエコクラブ」にも講座を選択した生徒全員が参加し活動している。

これらの環境学習と並行して、「環境について学ぶ」の講座を選択した生徒は、夏休み以降は班ごとに環境に関わるテーマを一つ設定し、半年間かけてそのテーマを追究する課題研究も同時に行っている。今回は、その課題研究の一例を中心に稿をまとめる。

1. 学習のねらい

「環境について学ぶ」の講座では、環境および環境問題を地域的な視点と地球規模的な視点との両面からとらえ、よりよい環境の創造のために具体的に行動できる力を備えた生徒の育成をはかることねらいとしている。特に課題研究では、身近な環境について関心のあるテーマを班ごと（各班3～4人）に設定し、野外調査および室内での観察や実験という具体的な活動を通して得られたデータを、科学的に整理・把握・考察してまとめていく。そして、研究成果をもとに他者との意見の交流を図り、身の回りの環境に対して、自己の生活に根ざした思考と行動ができる力をはぐくんでいく。

2. 年間指導計画の概略

(1) 環境学習へのプロローグ(2時間)

○環境学習の概要説明と意識調査

(2) 身の回りの自然環境を科学的に捉えるための基本的な技能の習得(12時間)

○気象の観測(Globeプログラムによる観測)

○酸性雨の観測(酸性雨調査プロジェクトによる観測)

○インターネットを利用した情報発信・情報交換・情報収集

(3) 環境問題についての課題研究(15時間)

○班ごとに学習の中から見つけた疑問点や興味を課題として設定

【本年度の課題例】

・日本の酸性雨を調べよう：

酸性雨プロジェクトのデータの活用と比較

・樹木の二酸化炭素吸収能力を調べよう：

校内の樹木について二酸化炭素の吸収能力の調査

・大気汚染を調べよう：

クロマツの気孔の汚れの調査

・河川の水質を調べよう：

芦田川の水質を生物学的・化学的両側面から調査

○夏休み中に野外調査や実験・観察

○報告書の作製および発表・討議(研究テーマごとにホームページの作成)

(4) 環境学習のエピローグ(5時間)

○交流の深化と学習のまとめ

3. 芦田川の水生生物と水質環境

(1) 研究の目的

当校のある福山市は、広島県の東部に位置し、人口約38万人の県下第二の都市である。芦田川は、田原ダムに源を発し瀬戸内海に注ぐ延長約90kmの河川で、福山市の

ほぼ中央部を流れている。学区制をとらない当校の生徒にも最も身近な河川の一つである。しかし、生徒がイメージする芦田川は、市街地の中心部近くを流れるいわゆる「汚れた」河川である。

課題研究では、この芦田川の水質環境を生物学的側面と化学的側面の両面から調査し、芦田川の現状を把握することを通して、①身近な自然の中にある環境問題に気づき、それを理解し、そして②具体的な課題を見つけ、自ら追究していくことを目的として行った。また、芦田川の水質環境をよりよく理解するために、当校近くの用水路と六の原川（広島県比婆郡西城町）の調査も併せて行うこととした。

(2) 調査の方法

水質環境の調査は、中学校や高等学校段階では生物学的側面と化学的側面の調査が併せて行われることは少ない。今回の課題研究では、生徒どうしの話し合いにより芦田川の水質環境をより深く理解するために、両側面から調査することとなった。

生物学的側面からの調査は、環境庁水質保全局が発行している「水生生物による水質の調査法」²⁾を利用した。これは、16種類の指標生物に注目して水質を調べる方法である。指標生物とは、水生生物のなかで全国各地に広く生育し、見分けやすく、指標価値が高いこと、などを考慮して選択された生物である。この指標生物の出現状況によって、河川の水質は表1に示されるように水質階級Ⅰ～Ⅳに区分される。水質階級Ⅰ（きれいな水）は貧腐水性、Ⅱ（少しよごれた水）はβ中腐水性、Ⅲ（きたない水）はα中腐水性、Ⅳ（大変きたない水）は強腐水性である。

化学的調査は、化学的酸素消費量(COD)・水素イオン濃度(pH)・電気伝導率について行った。CODはパックテストで、他の2項目は専用の機器でそれぞれ測定した(写真1)。

また、調査地点ごとに生物や地形およびその他、生徒



写真1. 芦田川上流での水質調査。

が五感を使って感じたことも観察記録用紙にまとめた。

調査地点は、芦田川上流（府中市河佐駅付近）、芦田川中流（府中市新市付近）、芦田川下流（福山市備後木庄駅付近）、福山附属近郊（福山市春日町六丁目）の4地点である。表1には、筆者だけが調査した六の原川（比婆郡西城町由木の県民の森）の結果も併せて掲載してある。

野外調査は、1999年7月14日、22日、23日の3日間にかけて行い、7月24日は持ち帰った液浸標本（75%のエチルアルコール）の同定と整理を行った（写真2）。

この課題研究には男子4名と女子4名の2班8名が参加した。



写真2. 採集した標本の同定と整理。

(3) 調査結果

生徒の観察記録用紙のまとめを調査地点ごとに、以下にあげておく。生徒が五感を使って感じた生物や地形などの印象を記録したものである。はじめて目にする水生生物に対する驚きや予想に反する観察結果にはっとする心の動きなどが記されている。

調査地点：芦田川上流

【生物について】

- 気管えらをもったカゲロウ類は、ごろごろした石の裏にたくさんいた。
- トビケラ類は、石の下にクモの糸のようなもので小石をつけてそこに住んでいた。
- 同じ種類の生物はたくさんいたが、種類は以外と少なかった。

【地形について】

- 川の流れがはやく、川べりにはとてつもなく大きな石がたくさんあった。
- 川の中の石は藻みtainのがたくさん生えていて足を滑らせて大変だった。

【その他の気づき】

- 水が冷たくて気持ちよかった。ザワザワという水の音が聞こえてきたので、流れが速いんだと思った。
- 芦田川は汚いので有名な川だけど、上流域の方はきれいなのでおどろいた。においも少なく、この流れがそのまま下流にいけばと思うほどだ。

表1. 芦田川と近郊の河川の水質調査結果

調査地点		六の原川	芦田川上流	芦田川中流	芦田川下流	福山附属近郊														
年月日		1999年8月1日	1999年7月22日	1999年7月23日	1999年7月23日	1999年7月14日														
時刻		16時5分	9時30分	9時7分	11時5分	14時50分														
天候		晴／曇	快晴	晴／曇	晴	快晴														
水温(°C)		16	22.5	20.5	24	34														
川幅(m)		約3	約15	約50	約150	約1														
生物を採取した場所		川縁	川縁	川縁	川縁	中央部														
生物を採取した場所の水深(m)		15	30	15	28	5														
流れの速さ		非常に速い	速い	遅い	遅い	遅い														
川底の状態		少し大～頭大岩	大～頭大の岩	こぶし大の岩	小さい岩と砂	砂														
水の濁り・におい・その他		非常にきれい	にごりはほとんどない	どぶくさいにおい、濁っている	洗剤のにおい、濁っている	とてもくさいにおい														
水質階級	指標生物	出現した指標生物の欄に○印、最も多かったものに●印で表示。																		
I きれいな水	1. ウズムシ類																			
	2. サワガニ																			
	3. ブユ類	○																		
	4. カワゲラ類	○																		
	5. ナガレトビケラ・ヤマトビケラ類																			
	6. ヒラタカゲロウ類	●																		
	7. ヘビトンボ類																			
	8. 5以外のトビケラ類	○	●																	
	9. その他のカゲロウ類	○	●		○															
	10. ヒラタドロムシ類			○																
II 少し汚れた水	11. サホコカゲロウ																			
	12. ヒル類			●	●															
	13. ミズムシ			○	●															
III きたない水	14. サカマキガイ					●														
	15. セスジユスリカ					○														
	16. イトミズ類					○														
水質階級の判定	水質階級	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
	1. 出現した指標生物の種類数(○+●)	5	2			2	2			1	2	2		1	2	2		1	3	
	2. 最も数が多かった指標生物の種類数(●)	1				2	2			1	1	1		1	2			1	1	
	3. 合計(1+2)	6	2			4	4			2	3	3		2	4			2	4	
その地点の水質階級	I				I-II				II-III				III				IV			
COD(化学的酸素消費量)(ppm)	1				6				5				50				100			
pH(水素イオン濃度)	7.1				8.6				7.6				7.5				9.8			
電気伝導率(μm/s)	25				73				140				280				310			

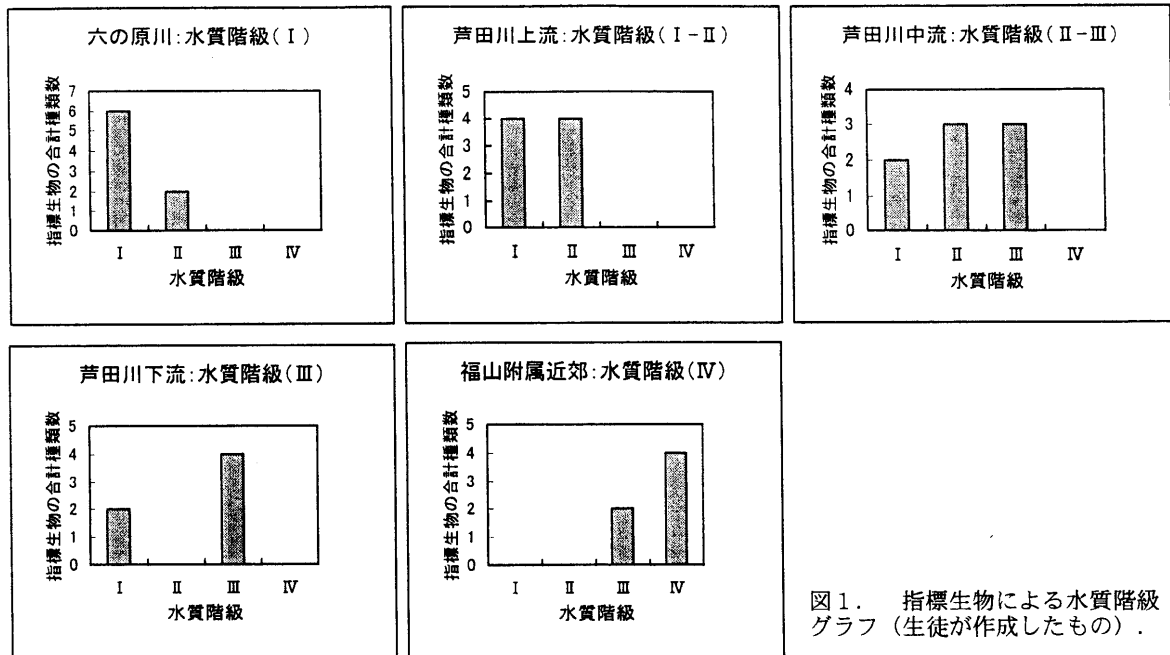


図1. 指標生物による水質階級グラフ(生徒が作成したもの).

調査地点：芦田川中流

<p>【生物について】</p> <p>○ヒルを実際見たのは初めてだったので、びっくりした。ヒルは伸びたり縮んだりして動いていた。</p> <p>○生物の種類数が、上流域より増えていた。</p>
<p>【地形について】</p> <p>○石の大きさが上流域に比べてだいぶ小さくなった。</p> <p>○川の幅がかなり広がった。</p>
<p>【その他の気づき】</p> <p>○空き缶などのゴミが目についた。</p> <p>○水がにごり、とてもくさかった。</p>

調査地点：芦田川下流

<p>【生物について】</p> <p>○ヒルがおおかったが、色は赤味がかっていた。これも中流域との違いだと思った。</p> <p>○カゲロウ類がこんなところでも発見された。</p>
<p>【地形について】</p> <p>○川幅がとても広がった。</p> <p>○川の底が見えないくらいにごっていた。</p>
<p>【その他の気づき】</p> <p>○川底には多量の砂がたまっていた。</p> <p>○川幅が広く水量がおおいためか、中流域ほどくさはなかった。</p>

調査地点：福山附属近郊

<p>【生物について】</p> <p>○網で藻のようなものをすくうと、サカマキガイなんかいた。</p> <p>○泥水のおいぐさかったけれど、同じ種類の生物はたくさんいた。</p>
<p>【地形について】</p> <p>○用水路の幅は狭くて、底もコンクリートでおおわれていた。</p>
<p>【その他の気づき】</p> <p>○とてもくさかった。</p> <p>○水もにごっており、どぶのようになった所もあった。</p>

各調査地点の生物学的調査と化学的調査の結果は、表1に示してある。この表は、生徒が作成しているホームページにも掲載されている。得られた結果をさらに深く考察するうえで、コンピュータを活用してデータを解析することも有効である。図1のグラフは生徒が作成したもので、各調査地点の指標生物種類数を棒グラフで表してある。これをもとに水質地図も作成できる^{2, 3, 4)}。

二学期は課題研究のテーマごとに、補足的な観察・実験を行い、得られた結果や考察などを報告書にまとめている。報告書は生徒たちの協力によって作成されたホームページに掲載されている。三学期は、講座内での研究発表や討論に、テーマごとのホームページを活用する予定である。そして、最終的には校外にも公開し情報の交流をはかる予定である。

(4) 生徒の考察とまとめ

この課題研究に取り組んだ生徒たちは、図2に示してある「芦田川の水質調査」というホームページを作成した。ホームページの内容や体裁などをどのようにするのかなど、お互いの意見を出し合ううちに、各自の役割分担を決め最後にそれらを合わせて一つのホームページを作成する方法をとることとなった(写真3)。



図2. 生徒が作成したホームページ。



写真3. ホームページの作成。

コンピュータは生徒各自に1台あるので、上途した方法も可能であった。ホームページの内容は、1. はじめに 2. 自己紹介 3. 調査方法 4. 調査結果 5. 考察(調査を終えて)の5項目から成っている。この中

の「考察（調査を終えて）」の項目に書いてある内容の一部を紹介する。

僕らが毎日飲んでいる水が、どのような状態なのかを実感できたことがかなりプラスになった。自分たちの水がどのような状態なのかを知ることで、水を大切にすることができるからだ。また、仲間の協力で報告書をまとめることも結構楽しかった。（K君）

芦田川上流（河佐）の水はとても澄んでいてきれいだと思ったけれど、調査結果によるとまだ本当の自然の姿ではないことに驚いた。自然は私たちの気づかないところで苦しんでいることを改めて思い知らされた。今、私たちがしなければならぬことを、この課題研究で学んだ。（Kさん）

こういった活動をしていく中で、僕は「自然環境」とは、「人間の生活」の状態を逆に人間に教えてくれる身近な存在であることに気がついた。人間が豊かな生活を追い求めるあまりに壊されていく「自然環境」。ぜひ人間自らの手で元通りにしたい。（K君）

生徒は、日常生活の中で「負」のイメージが強い芦田川を、上流域から下流域にかけて調査することで、自己の生活を具体的に見つめ直す契機を得たことが伺い知れる。また、野外調査から新たな課題も見いだすことができた。それは、芦田川上流域では、生物学的な調査結果と化学的なそれとがかならずしも一致していないことである。この調査地点では、水の汚れの化学的な目安となる電気伝導率は比較的小さくて、濁りの少ないきれいな水にみえる。これは、生物学的調査結果とよく符号している。それに反して、CODやpHの値は、中流域よりも高めであった。その傾向は、3日後の調査でも同じであった。この理由として生徒たちは、①芦田川上流域の地質的な影響、②化学的要因の季節的な変動、③芦田川は田原ダムに源を発しており、より上流域の水質の影響をうけることなどが考えられると考察している。今後更に継続的に調査する必要がある。

4. 今後の課題

「芦田川」という生徒の生活に密着した河川を課題研究のテーマとして設定することで、日常生活とは異なった視点で芦田川を見つめ、知的好奇心をもって課題を掘りさげることができた。そして、身近な自然の理解を通して、自己の日常生活を振り返り、環境に具体的に働き

かける意識を育てる契機となった。

また、水質環境を生物学的側面と化学的側面の両面から調査することで、“川が生きており”その中で水生生物が水質環境に応じて適応して住み分けていることを具体的に体験することができる。これは、教科学習の枠内だけでは、理解しにくい事象であり、生物と環境とのかわりを深く考察するうえで重要となる。

一方、科学的に得られたデータをコンピュータでグラフ化したりして考察することは、他教科とクロスした内容の発展が期待できる。また、調査結果を基に作成した報告書は、班員全員が積極的に関わって、コンピュータでホームページを作成することができた。これらの活動を通して、他者とコミュニケーションをはかり、自己の考えをまとめて表現する力もはぐくむことができると考えられる。

引用文献

- 1)長澤 武・柏原林造・山田雅明・畦 浩二・呉屋 博・丸本 浩・白神聖也・平賀博之・山下雅文, 中学校理科課題学習における環境教育について, 広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要37: 23-35, 1997.
- 2)環境庁水質保全局, 水生生物による水質調査法ー川の生きものから水質を調べようー, 31pp, 1999.
- 3)左巻健男・市川智史編, 環境調査マニュアル, 東京書籍, 284pp, 1999.
- 4)野上智行・岸本 浩編, 総合学習への提言ー教科をクロスする授業第7巻, 「フィールド学習」理論と方法, 明治図書, 191pp, 1997.