

学校法人柳学園 柳学園中学校

問い合わせ先：電話番号 0799-22-2551

I 学校の概要

1 児童生徒数、学級数、教職員数

(平成 22 年 2 月現在)

学年	1 学年	2 学年	3 学年	計
学級数	2	2	2	6
生徒数	44	49	59	152

校長 1, 教頭 1, 教諭 36, 職員 4, 合計 42 名

学校法人柳学園は、1913 年(大正 2 年)に創立された前身の柳裁縫女学校を経て、1951 年(昭和 26 年)に設立された。現在、柳学園高等学校(普通課程)、柳学園中学校・柳学園高等学校(中・高 6 ヶ年一貫コース)、柳幼稚園の 3 部門からなり、もうすぐ創立 100 周年を迎える。

恵まれた淡路島の自然環境の恩恵を受けながらキャンパスの公園化を目指し、太陽光発電、風力発電、雨水利用、屋上緑化の設備を擁している。また、校内で汲み上げられる水「ガイヤ・久」は名水で、一般市民にも愛飲されている。

柳学園中学校は、「伸びよう、育てよう、可能な限り」を教育方針に、世の中で役に立つ人材の育成を目指している。

学校の敷地内には、森林や竹林、ため池、溪流や滝などの様々な景観が見られる(写真 1, 2)。校舎は、森林に囲まれ、廊下からタケノコを直接眺めたり、鶯の鳴き声を聴くこともできる。現在、本校では、こうした豊かな環境を生かした生徒への環境学習教材の開発を模索している状況にある。



写真 1 柳学園中学校とハソダ池

2 地域の概況

本校の位置する洲本市は、淡路島のほぼ中央、大阪湾に面した島の東岸に位置する。明治時代までは、稲田家の城下町として栄えた。本土からの送水管が敷設されるまでは、島内で水を確保するしか方法がなかったため、島内には農業や生活用水として利用する目的で、多くのため池が設置されている。

ため池は、表 1 に示すように、降水量の少ない瀬戸内海式気候の地域に多く分布しており、その中でも、兵庫県は全国で最もため池が多い県となっている。

特に、淡路地域には、図 1 に示すように、兵庫県内の半分以上のため池が集中して分布している。ため池を知ることは、淡路島の社会や文化、環境について学ぶことにも繋がる重要なテーマであるといえる。

表 1. ため池の数の全国上位 5 県と年間降水量

	ため池数(箇所)	年間平均降水量(mm)
兵庫県	44,293	1,316
広島県	20,988	1,555
香川県	16,158	1,147
山口県	12,482	1,660
岡山県	10,284	1,160
全国	213,893	1,714

注) 1989 年農林水産省の調べ

兵庫県は 1998 年兵庫県農林水産部調べ

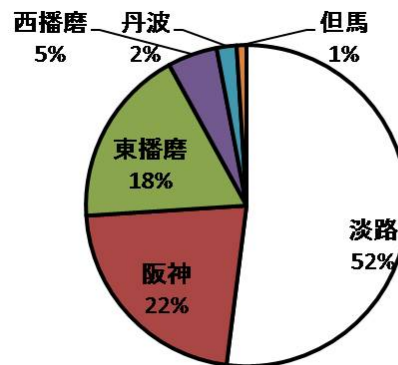


図 1. 兵庫県の地域別ため池の割合



写真 2 ハソダ池周辺の空中写真

(引用：海上保安庁海洋情報部 2001.11.19 撮影, 1:20000)

(別紙様式2)

3 環境教育の全体計画等

本校では、「総合的な学習の時間」が中学校1・2・3年生に各1単位ずつ設定されており、自分の生まれた郷土を深く知り、郷土への愛着を深めることを目的に、「淡路島学」という名称の総合学習が行われてきた。基本的に、各学年において次のような目標が決まっている。

1年生では、地域の自然や環境に関わるテーマを中心に、体験的な活動を多く取り入れている。例えば、春には、学校内の竹林でタケノコ採りをしたり、学校の裏山を探検することにより、自然観察や山の中で自分の場所を地図上で探す練習など、柳学園周辺の里山を五感で味わう活動を行っている。

2年生では、地域の社会や伝統文化に関わるテーマを中心に、体験的な活動を多く取り入れている。例えば、淡路島では古くから人形浄瑠璃が上演されてきたが、上演者を講師に招いて、生徒が実際に人形を扱って上演する活動を行っている。

3年生では、1・2年生で実施してきた活動を総合化すると同時に国際的な視点から淡路を考える活動をおこなっている。ただ、こうした学年の目標は、基本的な方針であり、実際には各年ごとの実情に合わせて、柔軟に運用されている。

今回のグローブ活動は、本校の環境学習の中心的な役割を担っている。

II 研究主題

ため池の水質が藻類の大発生に及ぼす影響の解明と対策手法の検討

III 研究の概要

1 研究のねらい

淡路島は、瀬戸内海式気候のため、降水量が少なく、昔から農業用のため池が多く存在する。本学園内にも面積が約1haのため池(名称:ハソダ池)があり、地域の農業用水として用いられている。この池では、毎年夏になると藻類が大発生し、これが堆積してヘドロが生成され、水質が悪化し問題となっている。今回の研究において水質と藻類の発生状況を同時に把握することで、藻類が大発生するしくみを明らかにする。また、可能であれば対策手法を検討する。

こうした、身近な環境問題をとおして、生徒が問題の要因を把握し、問題解決に向けて具体的な行動を起こす力を培う。さらに、“Act Local, Think Global”の実践事例として、小スケールではあるが、環境問題への解決に取り組むことで、将来の地球環境問題に取り組む人材を育成することをねらいとした。

2 校内の研究推進体制

(1) 研究推進体制

グローブ推進研究会を校内に組織し、事業を推進した。

校長—教頭—グローブ推進研究会

グローブ推進研究会は次の職員で構成した。

研究会統括責任者	総合学習担当者	1名
研究会推進委員		
(推進担当) 理科教諭		4名
	中学2年教諭	4名
(部活担当) 生物研究部顧問		1名

(2) 観測体制

当初、中学校の各学年が水質調査を実施できるようにと企画した。しかし、今年度は10月より開始したために、すでに計画されていた総合学習のカリキュラム変更が難しかったこと、および、新型インフルエンザによる学年閉鎖などの影響による授業日数の減少により、中学全体としての取り組みが困難な状況にあった。そのため、授業時間の確保できた中学2年生の総合学習として位置づけ、観測を行った。

観測については、その水質調査法についてグローブティーチャーが講義を行った後、全員が水質調査を体験した。

その後、中学2年生のうち、観測を希望した生徒と生物研究部の生徒が主体となり、GLOBE委員を作り、試験期間中と学校が休業となる日を除き、月曜日のお昼休みを基準として毎週観測を実施した。なお、月曜日が祝日の場合は、翌日の火曜もしくは水曜日に実施した。

観測は、グローブの受託が10月1日からであったため、予備観測を2009年9月14日から実施し、水質調査の方法に慣れた10月より本観測に入った。

水質調査項目は気温、水温、pH、透視度、COD、電気伝導度、溶存酸素量、アルカリ度、アンモニウムイオン含有量、硝酸イオン含有量、亜硝酸イオン含有量、リン酸イオン含有量の12項目とした。このうち、透視度、電気伝導度、溶存酸素量、アルカリ度については、機材の準備が遅れたため、機材入手後より観測を実施した。

(3) 観測機器などの設置状況

水質調査に関しては、温度計、pH計、電気伝導度計、GLOBE推奨のアルカリ度用・溶存酸素用セントラル製テストキット、ケニスパックテストセット(GLOBEの測定項目以外のCOD・リン酸・アンモニウム・亜硝酸・硝酸)、透視度管を用いた。

なお、ハソダ池の水質調査項目は12項目としたが、機材の関係から流入部の水質調査項目は、透視度、電気伝導度、溶存酸素量、アルカリ度を除く8項目

(別紙様式2)

とした。

観測は、基本的にハソダ池と池の流入部1もしくは、流入部2で採水を行い、理科室に戻って分析を行った。

なお、グローブのマニュアルでは、池の中央部で採水することとなっている。しかし、本研究では、上流から流れてきた水に溶けている物質がハソダ池に蓄積するのか、それとも池に堆積している物質が下流へ放出されるのかを明らかにしたいと考えたため、池から水の流れ出る出口付近を池の採水地点とした。

また、流入部1は、乾燥した夏の間、ハソダ池に流れ込む川が水田に水を引くためにせき止められ、水田や畑などに利用された後、送水管で流されてくるため流量は非常に小さい。これに対して、流入部2はハソダ池に流れ込む川の本川であり、堰が解放されている時には大部分の水がここに流れ込む。

観測を始めた9月は渇水期にあたる。本来ハソダ池に流れ込んでいる川は、上流でせき止められたため干上がり、流入部2での採水が不可能であった。そのため、観測当初は流入部1で採水を行ったが、流量が増加して堰が解放されてからは、流入部2で採水を行った。観測時には、図2に示す場所から、ため池の写真を撮影した。

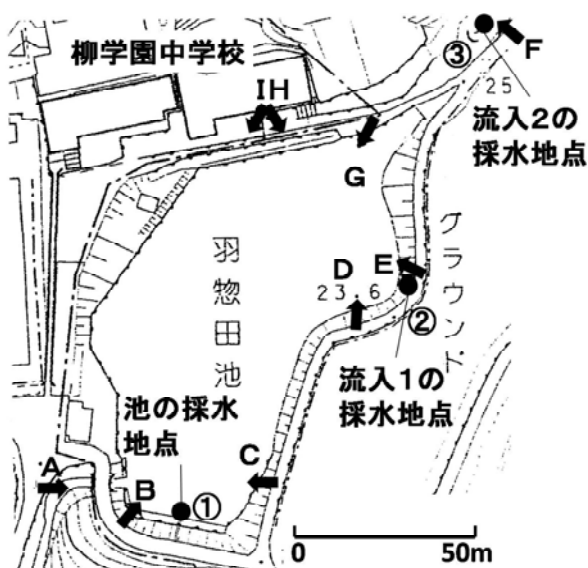


図2. ハソダ池の採水地点および写真撮影地点と方向

3 研究内容

(1) グローブの教育課程への位置付け

水質調査は、総合学習の時間の一部を「グローブ観測の時間」と位置づけ、中学校2年生の全員を対象に実際の測定を行った。

(2) グローブを活用した教育実践

①本校における水質の定点観測

事前指導として、グローブ事業について中学2年生を対象に水質調査のオリエンテーションを実施し、定期的にモニタリングを実施することの意義について説明した。

11月には、中学校2年生全員を対象に、火曜日の6時間目の総合の時間に、実際に水質調査を体験してもらおうと同時に、ため池に関するアンケートも行った。測定結果は、随時グローブ本部へ送信した。



写真3. ハソダ池水質調査の様子

②グローブ講演会

平成21年11月30日に東京学芸大学名誉教授の山下脩二先生が本校に来校され、GLOBE委員と一緒に水質観測が行われるとともに、「グローブについて」という題で講演された。



写真4. 山下脩二先生のご講演

③環境教育講演会

平成22年2月23日に京都大学地球環境学助教授の今西純一先生が本校に来校され、「吉野の桜を持続可能に保全するには？」という題で講演された。

④GLOBE委員によるパンフレットの作成

今回のグローブ活動では、1年間の水質変化を測定後、データを整理して調査結果をまとめて、報告書を作成する予定であった。観測を始めたのが10

(別紙様式 2)

月だったので、藻が大発生する春～夏のデータを含んでおらず、これまでの結果からは、何も言えない状況にあると考えた。ところが、「案外、水がきれいだね。浮いている藻は無いけれども、水底には緑色のもやもやが一杯だよ。」というある生徒の一言から、9月14日～3月8日の結果をとりあえず整理して、何かおもしろいことがないかと探した。

全体の期間を通して考えるのは、問題が混在してしまうため、渇水期と満水期の2つの時期に分けて、データを整理し、A4で8頁のパンフレットを作成することとなった。その結果の一部を以下に示す。

ア 渇水期 (2009/9/14～2009/10/8)

夏の間は、乾燥が続くために、上流からの水の流入は大変わずかしかない。写真5に示すように、水面の面積は、水田への水の利用や蒸発によって満水時の67%まで減少し、ため池の陸地化が進んだ。陸地化した部分(写真の左隅)には、夏の間発芽した1年生草本群落が成立した。

仮説の状態であるが、渇水期のため池で生じている窒素の循環を、理科の教科書を参考に図3に整理した。上流から流されてきた栄養塩は、排水されないため、ハソダ池に蓄積する。さらに、蒸発により水位が下がるため、水溶液の濃度が増す。同時に、陸の部分が増えるため土壌が酸化され、有機態窒素の分解・酸化が進み、その一部は脱窒により大気へ放出されることが想定される。



写真5. 渇水期のハソダ池 (2009/9/14撮影)

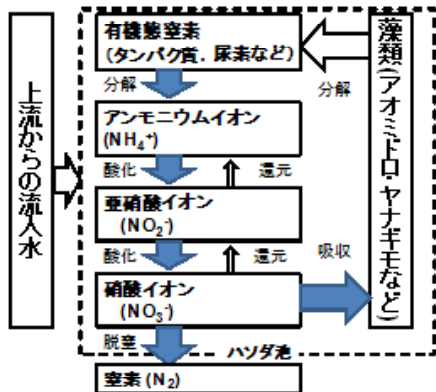


図3. 渇水期のハソダ池の窒素循環 (仮説)

イ 満水期 (2009/10/9～2010/3/8)

秋に入り、秋雨や台風により上流からの水の流入が増えてくると、池の水位は上昇し、淡路島に接近した台風18号による大雨の後、ため池の出口(洪水吐)から下流へ流出するようになった。この時から写真6に示すように、水面の面積は、100%の状況となった。この写真では分かりにくいですが、秋から冬の間、水はきれいで透明度は100cmを超えた。そのため、アオミドロがハソダ池の浅い水底に繁茂しているのがよく観察できた。写真左隅の水際のガンマ群落付近には、浮遊寸前のアオミドロが群生していた。

これも仮説ではあるが、満水期のため池で生じている窒素の循環を教科書を参考に図4に整理した。

上流から流されてきた栄養塩は、大部分がそのまま下流へ流される。しかし、その一部はハソダ池に蓄積される。これと同時に、池が湛水状態にあるため、水底の土壌の還元によるアンモニウムイオンや、藻類の分解による有機態窒素が生じ、下流に流出することが想定される。



写真6. 満水期のハソダ池 (2010/3/14撮影)

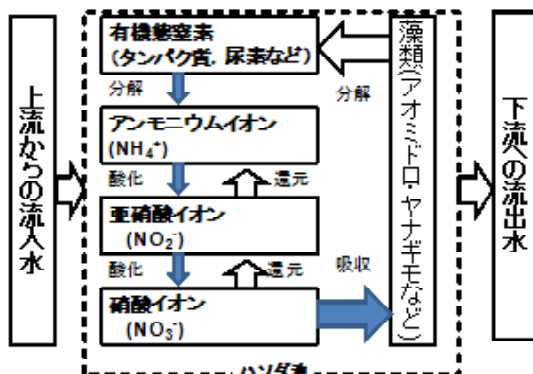


図4. 満水期のハソダ池の窒素循環 (仮説)

ウ 水質の変化と浮遊藻の発生

測定した測定項目の中で、顕著な変化を見せたのは、硝酸イオン(図5)とリン酸イオン(図6)であった。これらは、渇水期から満水期へ移行する期間において、池自体もしくはその流入部で一

(別紙様式2)

時的に高い値を示した。この期間に、秋雨と台風による多量の降雨と池の水位が急上昇する現象が見られている。図3に示した仮説が妥当とすれば、酸化によって土中に生じた硝酸イオンやリン酸イオンがため池へ溶け出し、栄養塩濃度が上がったものと考えられる。その後、しばらくしてから浮遊藻が増加している(図7)ことから、これはまだ仮説であるが、藻がこれらの栄養塩を吸収したと考えると分かり易い。

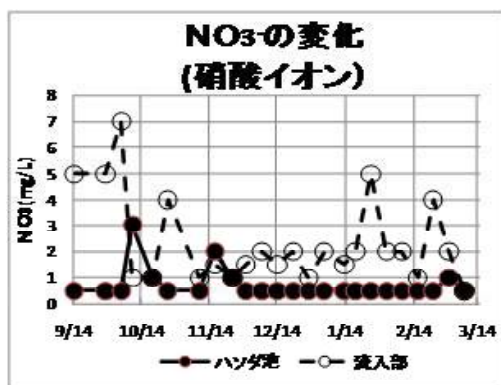


図5. ハソダ池の硝酸イオンの経時変化

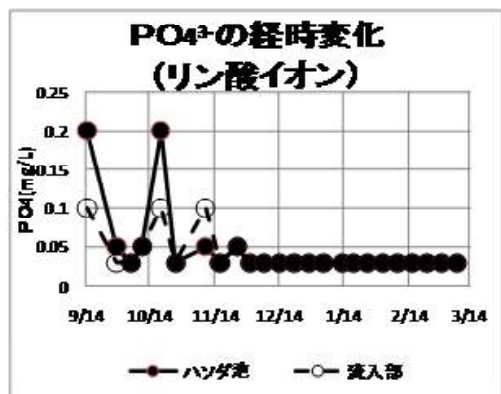


図6. ハソダ池のリン酸イオンの経時変化

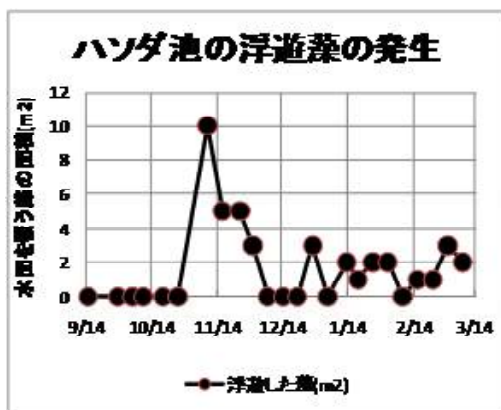


図7. ハソダ池の浮遊藻の経時変化

エ 池の浄化機能

満水期の約半年間について、各測定項目の流入部と流出部の値を比較すると、平均的に流入部で

は硝酸イオンの値が高く(図8)、流出部ではアンモニウムイオン(図9)やCODの値が高い傾向にあった。これらの結果から、上流から流れてきた水に含まれる硝酸イオンは、ハソダ池に生育する藻類にその大部分が吸収された可能性があると考えられる。その一方で、繁茂した藻類が枯死・分解して水底に堆積することにより、水中の有機物やアンモニアイオンが増加し、これらが大雨時に水底から舞い上がり、下流へ流された可能性も考えられる。

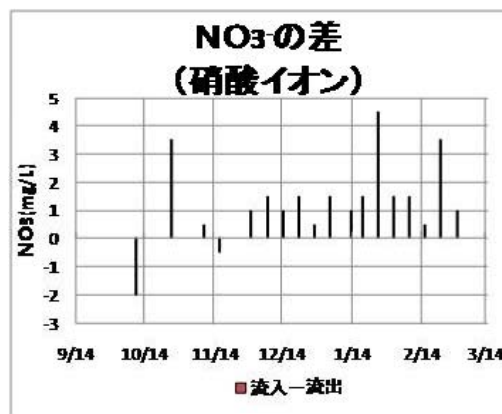


図8. ハソダ池の浮遊藻の経時変化

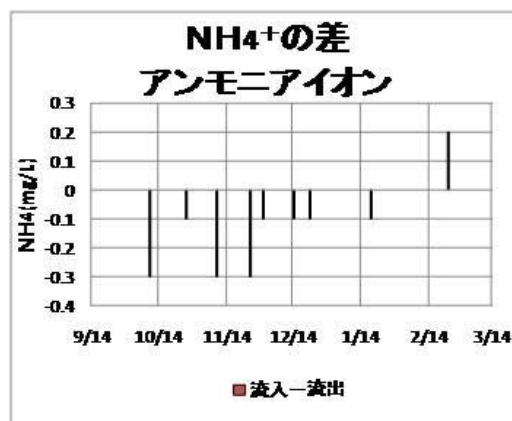


図9. ハソダ池の浮遊藻の経時変化

オ まとめ

アオミドロは、写真7に示すように細長い細胞が繊維状に絡まり、細胞内に特徴的ならせん状の葉緑体を持つ。今回の地道なモニタリングから見えてきたことは、アオミドロなどの藻類が上流から流れてきた硝酸イオンのほとんどを吸収して、水質の浄化に寄与しているという仮説である。



写真7 ハソダ池のアオミドロ

(別紙様式 2)

もし、この仮説が正しとすると、アオミドロが枯死・分解する前に藻類を池から運び出すことができれば、ハソダ池から流出する水の水質を改善することが可能となる。2010年10月までモニタリングを続けることで、その実態を少しずつ明らかにする予定である。

また、ハソダ池の水質は、渇水期には悪化するが、満水期の秋から冬にかけては大変良好で、水の透明度も100cmを超える。そのため、測定していない水質項目に関しては言及できないが、その水質は、窒素化合物やpHに関しては、水道水の基準を十分に満たしている。

IV 研究の成果と第2年次に向けての課題

1 アンケート結果と活動の成果

今回のグローブの活動を実施するに当たって、開始前に中学2年生を対象に以下に示す項目についてアンケートを行った。

その結果、図10に示すように、誰も池の名前を知らなかった。また、毎年のようにハソダ池に藻が大発生している事実を知っていたのは、図11に示すように全体の1/3に過ぎない。さらに、池に対する印象を聞いたところ、図12に示すように「きれい」と答えた生徒は0人であった。水質調査は、アンケートを行った直後の11月に行った。その時の池の水は透視度は高く、濾過と消毒さえすれば水道水として十分飲める可能性があるほど良好な水質であった。

池は校舎の前にあり、毎日見ている存在なのであるが、多くの生徒にとっては、見えていなかったのである。この結果には、大変驚かされた。まさに、ハソダ池はうちの生徒たちにとって、「透明な存在」であったのである。自分の周辺の環境について、関心が無いというのは、改善する必要を感じた。

ただ、自由回答で池の生物について聞いたところ、「カメ」、「ブラックバス」、「ブルーギル」、「コイ」、「魚」、「鳥」、「微生物」などがあげられ、全く関心が無いわけではないことが分かった。うまく誘導すれば、無関心を変えることができるかもしれない。

水質調査が終わって、12月に入ってから、中学2年生を対象に調査結果について振り返りを行った。この時には、有り難いことに、全員がハソダ池という名前を覚えていた。また、その後、藻が浮いているのを見て、アオミドロを認識した生徒が数名いた。しかし、「調査していない水質項目については不明であるが、少なくとも硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、pHに関しては、12月2日現在の水質は水道水の基準を満たす。」と解説をしたものの、誰一人「私は池の水を飲んでもいいよ。」と答える生徒はいなかった。

生徒には、池の水はいつも汚いという認識があるようで、この3番目の質問については受け入れがたいようであった。ただ、こちらとして幸いであったのは、そうした受け入れがたい衝撃的な事実であったからこそ、「ハソダ池の水は汚い時もあるけれども、泳いだり、飲んだりできるかもしれない。」と強く記憶に残ったようである。

やはり、事実は測ってみなければ分からない。雰囲気でも事を判断するのは間違える時もある。今回のグローブ活動は、生徒にも、先生にもそのことを実感させた。

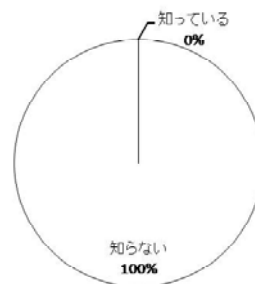


図10. 校舎の前のため池の名前を知っていますか？

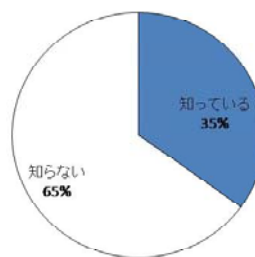


図11. そこに藻が発生するのを知っていますか？

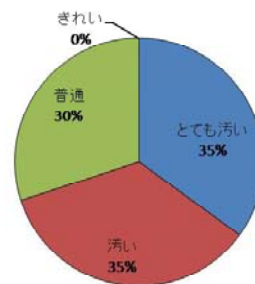


図12. 池の水質についてどう思いますか？

2. 第2年次に向けての課題

本校における今年度のグローブ活動は、観測体制の項でも触れたが、予定通りには進まなかった。

この原因については、教育条件に着目すると、第1に、グローブ活動の開始が10月からの下半期に始まったため、二学期の総合学習の予定が既に各学年で決められており、十分な活動時間がとれなかつ

(別紙様式2)

たことが大きい。

第2に、応募した総合学習担当の責任者が、こうした受託事業に応募するのは初めてで、どのように活動を進めたら良いか見極めが難しかった。また、委員の先生方も経験が無いことなので、なかなか判断がつきづらく、活動計画の具体的な策定や教材の準備が遅れてしまったことがあげられる。さらに、グローブ事業への応募時に、年度末にどのような成果品を作成すれば良いかの吟味が不十分なまま活動が進行したため、その作成も遅れた。

3番目には、今年度流行した新型インフルエンザの影響があげられる。特に12月以降、学級閉鎖や学年閉鎖が学年を変えながら繰り返され、予定されていた多くの行事や授業の一部も取りやめになった。本来であれば、中学1・2・3年の各クラスが満遍なく水質調査に参加できるようにする予定であったが、結局は中学2年生を対象にした活動で終わってしまった。

また、教育課程に着目すると、総合学習の時間を使って活動を実施できて良かった。しかし、理科2分野の自然と生態系といった授業をするときに、理科の授業としてGLOBE活動を実施することも可能であったと反省している。こうしたことは、責任者の調整不足が大きい。来年度は、計画的な活動が期待される。

たい。

V 研究第2年次に向けての活動計画

GLOBE委員会を中心に、本年度と同様に来年度も2010年10月を目処にハソダ池の水質調査を継続して実施する。今年度の測定結果から得られた仮説について、モニタリングを継続すること、新たに硝酸イオンの酸化・還元のプロセスを明らかにするために、池の底質を利用した室内実験も実施することで、仮説の検証を行う。これに加えて、ハソダ池流域や、可能であれば洲本川流域のため池についても調査を広げ、点から線へと調査の幅を広げる。これに加えて、これまでの調査結果を考察することで、様々な角度から研究活動をおこない、その成果をいろいろな場面で発表できる機会をつくる。

また、来年度は、4月当初から各学年でGLOBE活動の年間計画を策定し、使用する教材やその運用についても検討しつつ、中学1年～3年までの各学年が定期的に水質調査に係われるように努力したい。

さらに、今年度の結果をまとめたパンフレットを生徒と教職員に配布し、情報の共有化を図るとともに、興味を持った生徒がGLOBE委員として活躍し易い場を作る。

なお、時間的な余裕があれば、水質調査にこだわらず、理科の先生に加えて、社会の先生にもグローブ推進研究会に加わって頂き、ため池周辺の自然環境やため池の社会的な意義を考えるための調査についても検討していき