

「巨椋池の自然史を探る」授業実践

林 孝亮・中野 英之・向井 大喜

(京都府立木津高等学校・京都教育大学教育学部・京都教育大学大学院教育学研究科)

Educational Program of Exploring the Natural History of the Ogura Pond

Kosuke HAYASHI, Hideyuki NAKANO, Daiki MUKAI

2016年11月30日受理

抄録：京都府南部にかつて存在していた巨椋池について、旧巨椋池周辺でのフィールドワークや珪藻化石の同定を用いた古環境解析を通して、自然史的な視点から旧巨椋池の変遷を明らかにした。さらにこうした活動を中学生に追体験させることにより、生徒の郷土の自然史に対する興味・関心を醸成することを目的として教育プログラムを考案し、授業実践を行った。授業実践を行ったところ、本教育プログラムは生徒の郷土愛の醸成のための基盤形成を促すことができることが分かった。

キーワード：郷土の教材化、郷土愛、巨椋池、珪藻化石、地層のはぎ取り標本

I. 郷土の自然の教材化

現行の教育基本法や学習指導要領[1,2]では、学校教育の中で児童・生徒の郷土愛を醸成することが求められている。また、現行の学習指導要領の理科では、全校種において地域の実態や特性を生かした学習活動を展開することが重視されている。秦[3]は、地域の自然を教材化することは、毎日見ているはずの自然の中に意外な事実を発見し、興味を深めることができ、地域への理解と愛着の基盤を形成していくと主張する。また、西村[4]は、自分が生まれ育った郷土の自然に気づき、問題解決や体験活動を通じた学びを通して地域や郷土の真の姿を知るというプロセスを経ることが郷土愛を醸成させると主張する。

郷土の自然を教材化し、児童・生徒に郷土の自然への理解と興味・関心を持たせることは、郷土愛の必要条件であり、郷土愛の基盤形成に重要な役割を果たすのではないかと考える。そのためにも、教員自身が郷土についての理解を深め、郷土の自然を教材化することの意義を理解していることが重要である。

筆頭著者の林は、学部・大学院を通して、福島県伊達市立小学校における、地元の自然史を題材にした教材開発や授業実践[5]に関わってきた。その中で、筆者自身は、生まれ育った京都府南部・山城地域の自然史についてほとんど理解がなく、これといった誇りも持っていないことに気がついた。児童・生徒に郷土の自然への親しみや誇りを持たせようとする以前に、自身が郷土の自然と向き合う必要性を感じ、フィールドワークや探究活動を通して郷土の自然への理解を深める活動を開始した。本稿は、こうした活動を通して得られた経験を基にした教材開発とその教育実践について報告するものである。

II. 旧巨椋池周辺でのフィールドワーク

筆者は、約80年前まで京都府南部に存在していた巨椋池に着目した。巨椋池は、洪水被害や水質悪化、食糧増産などの理由から1933年から1941年にかけて国営の干拓事業が行われ、現在は広大な農地となっている。かつて地元にも広大な池が存在していたことは筆者にとって意外性のある事実であり、当時の自然環境や人間生活に興味を持った。本章では、筆者が行った旧巨椋池周辺でのフィールドワークと巨椋池粘土層から採取した珪藻化

石を用いた古環境解析について、その概略について述べる。

1. 旧巨椋池跡周辺でのフィールドワーク

筆者は2014年11月から2015年11月までの間に、巨椋池干拓地周辺のフィールドワークを計34回行い、そこでの気づきや学びを記録していった。フィールドワークの記録をまとめるとともに、アースシステム教育[6]の7つの理解目標(①地球の美しさ、かけがえのなさ；②人間の環境への影響；③科学と技術の関連；④サブシステムの相互作用；⑤46億年の時間概念；⑥空間概念；⑦科学に関する仕事)と関連する記述内容には下線部を引き分類した。これは、五島ほか[7]が開発した「アースシステム教育アイデアカード」を参考としたものであり、フィールドワークを通して筆者がどのような学習の広がりがあったのか、また今後の探究課題を明確化することを目的とした。

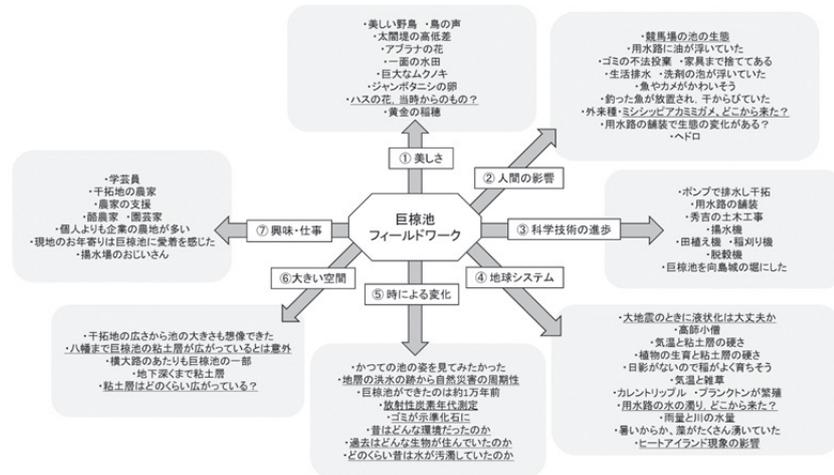


図1 フィールドワークで得られた学びや気づきの図解化

各回のフィールドワークでの気づきや学びについての記録をアースシステム教育の7つの理解目標に分類し、図解化したものを図1に示す。こうした身近な地元地域における継続的な野外観察から多岐にわたる分野へ知見を広げることができた。さらに、フィールドワークで得られた学びや気づきを分類し図解化したことで、今後探究していきたい課題を整理することができた(図1下線部)。特に筆者は、生まれ育った八幡市にも巨椋池の粘土層が広がっていたことに意外性を感じるとともに、この場所の自然環境の変遷について興味を抱いた。そこで本研究では、八幡市の御幸橋周辺に堆積する巨椋池粘土層から試料を採取し、試料中の珪藻化石の分析を通して古環境の変遷を解明することを試みた。

各回のフィールドワークでの気づきや学びについての記録をアースシステム教育の7つの理解目標に分類し、図解化したものを図1に示す。こうした身近な地元地域における継続的な野外観察から多岐にわたる分野へ知見を広げることができた。さらに、フィールドワークで得られた学びや気づきを分類し図解化したことで、今後探究していきたい課題を整理することができた(図1下線部)。特に筆者は、生まれ育った八幡市にも巨椋池の粘土層が広がっていたことに意外性を感じるとともに、この場所の自然環境の変遷について興味を抱いた。そこで本研究では、八幡市の御幸橋周辺に堆積する巨椋池粘土層から試料を採取し、試料中の珪藻化石の分析を通して古環境の変遷を解明することを試みた。

2. 珪藻化石の同定を通じた古環境解析

野外で観察された巨椋池粘土層のうち、八幡市・御幸橋周辺の木津川河川敷(図2)に堆積する巨椋池粘土層から100 cmの柱状試料(KIZU-01)および185 cmの露頭のはぎ取り標本(KIZU-02)を採取した。図3にKIZU-01およびKIZU-02の柱状図を、図4に作製した標本を示す。試料から珪藻化石を抽出し、珪藻化石の分析を通して当地点における古環境の変遷を推定した。

珪藻化石の同定は以下の方法で行った。KIZU-01の柱状試料を1 cm毎に切り分けた。採取の際に最上部から5~39 cmの部分欠落したため、全部で67の試料に分けられた。それぞれの試料を処理し、永久プレパラートを作製した。そのうち、本研究では5 cm間隔で検鏡を行った。

10×40倍生物顕微鏡下で視野が重ならないように留意しつつ、プレパラートを任意に走査し、珪藻殻数が100



図2 調査場所

個に達するまで属・種の同定を行った。同定にあたっては、珪藻殻が50%以上破損したものは原則として珪藻殻数に含めず、同定作業も行わなかった。同定した珪藻の生態について、有機汚濁およびpH、流水の3観点それぞれに対する適応性について分類した。同時に、10×40倍生物顕微鏡下で任意の200視野中に出現する珪藻殻数を計上した。

図5に結果を示す。KIZU-01の深さ60 cmより上部の層で珪藻殻数が大きく上昇した。深さ62 cmには層理面があり、この層理面を境に環境が大きく変化したと考えられる。KIZU-02の最上部から172 cmの部位に含まれていた木炭を（株）地球科学研究所にAMS測定による放射性炭素年代測定を依頼したところこの木炭は990±30年前のものであることが判明した。堆積速度が一定であると仮定すると、深さ62 cm地点の年代は1478年（室町時代中期）と見積もることができた。珪藻分析においても、この層理面付近を境にして上部では好アルカリ性種の割合が顕著に増加した。この時期を境に当地は巨椋池や淀川と切り離され、水深の浅い湿地帯のようなよどんだ水環境になり、植物プランクトンの増大でCO₂が多く消費されpHがアルカリ性寄りとなったことが推定される。また、深さ62 cmより下部の粘土～シルト層では、池や沼などの泥上に多く生息するとされるGyrosigma procerumが珪藻群集のうち最優占種として大きな割合を占めたこと、植物の生痕化石である高師小僧が多数観察できたこと、沼地に群集するマコモのプラント・オパールが検出されたことから、当地点は巨椋池や淀川と切り離される室町時代中期以前もマコモなどの植物が繁殖した水深の浅い湿地帯のような水環境であったと考えられる。

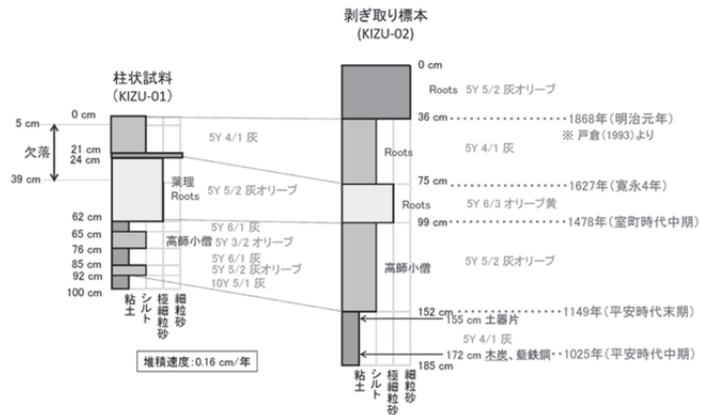


図3 KIZU-01 および KIZU-02 の柱状図

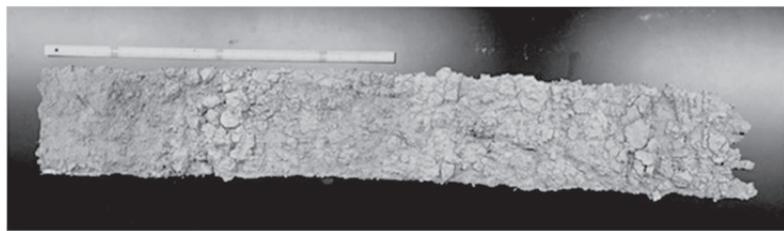


図4 作成した地層のはぎ取り標本

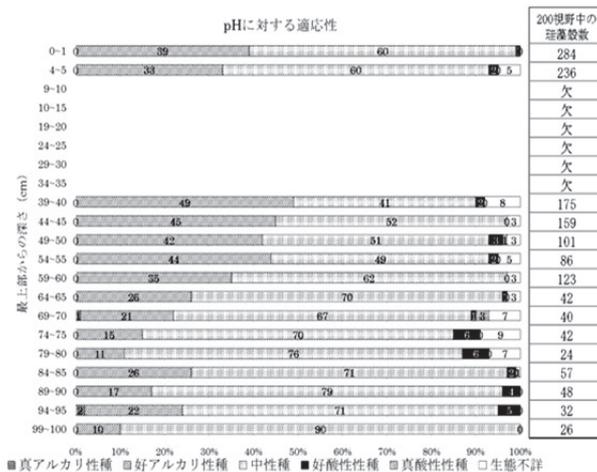


図5 試料中の珪藻殻数と pH に対する適応性

Ⅲ. 「巨椋池の自然史を探る」授業実践

これまで筆者が行ってきた巨椋池に関する文献調査やフィールドワーク、また珪藻化石の分析を通じた自然史の探究には、筆者にとって以下のような教育的価値を生み出すことができた。

- ①旧巨椋池跡周辺をフィールドワークすることで、意外にも当時の池の痕跡が残っていたり、生態が残っていたことで、より巨椋池を身近に感じることができた。
- ②旧巨椋池跡周辺の巨椋池フィールドワークを行う中で、環境問題や産業技術に関する学び、また大気圏・生物圏・水圏・岩石圏などのサブシステムの相互作用への気づきを得ることができ、“Act locally and think globally（地域で活動し地球規模で考える）”な学びを実現することができた。
- ③珪藻化石の分析は、一見顕微鏡を覗いてばかりで視野が狭いことをひたすらしているように思えるが、古環境を推定する際は化学や生物学、地学などの理科の各分野、さらには郷土の地理や歴史など、教科の枠を超えた知見を活用することができ、筆者自身の総合的な学習を展開することができた。

子どもたちにも同様の教育的価値を生み出すことができるよう、筆者が巨椋池に向き合ってきた経験を教材化することを試みた。本研究では特に、筆者が行った珪藻化石の同定を通じた古環境解析を教材化し、中学生を対象に授業実践を行った。本章では、授業実践について報告するとともに、教育効果について考察する。

1. 授業実践の概要

平成27年11月28日に京都橘中学校1年生の生徒を対象に、「巨椋池の自然史を探る」と題した授業実践を行った。本実践は、中学校1年理科の「大地の成り立ちと変化」の単元のうちの2時間を使って行った。2コマ連続（50分×2コマ）の授業を2クラス、合計53名の生徒を対象に行った。授業は京都橘中学校の生物実験室にて行った。本実践では、筆者がフィールドワークや珪藻化石の同定を通じた古環境分析を通して巨椋池に向き合ってきた経験を生徒に追体験してもらうことを目的とした。2時間という限られた時間の中でいかに筆者の経験を生徒が追体験することができるのかが本実践の大きな焦点である。特にフィールドワークに関しては、生徒を引率して野外を案内することは時間的に困難である中で、以下の2点を工夫した。

- ①筆者が口頭で自身のフィールドワークの経験談をありのままに伝えること。
- ②巨椋池粘土層の剥ぎ取り標本を教室に持ち込み、観察をすること。

そこで本実践でも突然生徒に珪藻化石の同定をしてもらい古環境を推定するだけではなく、筆者が巨椋池に興味を持ったきっかけや、巨椋池干拓誌[8]などの文献を調査したこと、フィールドワークで巨椋池粘土層をはじめ様々な巨椋池の痕跡を発見したこと、八幡市の木津川に堆積する粘土層を研究の調査対象にした理由など、自身の経験談を口頭でありのままに生徒に伝えることで、より筆者のこれまでの研究活動を生徒に疑似体験してもらうことができるのではないかと考えた。

②に関しては、巨椋池粘土層の露頭の剥ぎ取り標本（KIZU-02）を教室に持ち込むことで、野外で見られるものと同様の露頭を手で触れて観察できるようにした。また、同指導要領解説では地層の堆積環境の推定に示相化石を用いることや、地域の実態に応じて野外で化石採集を実際に体験したり、実物を観察したりするなどの工夫を行うことが大切であるという旨の記述がある。本実践ではこれらを満たすために、地層の剥ぎ取り標本の土壌から珪藻化石を抽出することで、示相化石として堆積時の古環境を生徒に推定させることを試みた。先行研究として松岡[9]では、海苔の佃煮などから珪藻化石を抽出し、古環境を推定する授業実践が報告されているが、地層の剥ぎ取り標本の土壌から珪藻化石を抽出する授業実践はこれまでに報告されていない。地層の剥ぎ取り標

本を用いることで、野外に出て試料を採取する疑似体験を行うことができるのではないかと考えた。

本実践の授業の展開を表1に示す。授業の最初に、現在の巨椋池干拓地周辺の航空写真と、昭和7年の巨椋池の航空写真を提示し、2つの航空写真を見比べることで巨椋池の存在やその大きさに気づかせた。授業の前半は、パワーポイントのスライドを用いつつ筆者のこれまでの研究の経験談を語った。筆者が巨椋池の存在を知ったとき、巨椋池にはどのような自然環境があり、そこで人々はどのような暮らしを送っていたのか興味を持ったという話を話したうえで、このような巨椋池の昔の自然環境を知るにはどうすればよいかを生徒に2人1組になって議論させた。一部の生徒に議論した内容を全体に発表させたところ、「本を読む」、「インターネットで調べる」、「巨椋池が存在した当時を知るお年寄りに聞く」、「資料館へ行く」、「化石を調べる」、「地層を調べる」などといった意見が挙がった。

その上で、筆者の経験談として「文献を調べる」、「フィールドワークをする」、「科学的手法で調べる」の3つを取り上げてこれまで調査してきた内容を生徒に語った。

「文献を調べる」については、巨椋池の干拓に関わった人々が巨椋池の歴史を700ページ以上に渡って書き記した文献として「巨椋池干拓誌」[8]を紹介し、その中から巨椋池に生息した動植物について取り上げた。特に、ハスは現在の干拓地の水田でも自生していること、当時から飛来していた渡り鳥は現在も飛来していることを説明した。さらに豊臣秀吉の巨椋池の土木工事についても取り上げ、実践校の側を流れる宇治川はかつて豊臣秀吉が巨椋池から分離させて通した人工の河川であることを説明した。

「フィールドワークをする」については、筆者が旧巨椋池周辺をこれまで野外調査してきた中で、宇治川や木津川の各地の河川敷に堆積する巨椋池粘土層の露頭について紹介した。粘土層は流れのない池や湖の底で堆積することを説明したうえで、これらの露頭の位置を現在の地図にプロットしたものと、桃山時代以前の巨椋池の古

表1 授業の流れ

時間(分)	学習活動と内容	指導上の留意点・支援	準備物
導入 (5分)	巨椋池とは? ・現在の航空写真と昭和7年の航空写真を見比べる。2つの航空写真の違いを隣の席の生徒と話し合う。 ・巨椋池が干拓に至った経緯や干拓の方法に関する説明を聞く。	・パワーポイントを用いた説明。航空写真の比較から巨椋池の存在に気づかせる。	・パワーポイント資料 ・プロジェクター
展開① (20分)	巨椋池の昔の環境を知るにはどうすればよいだろうか? 探査者の研究の経緯を聞く ・巨椋池の昔の環境を知るにはどうすればよいか、隣の席の生徒と話し合う。 ①文献を調べる ・巨椋池に生息していた植物や魚、野鳥について知る。 ・豊臣秀吉が行った巨椋池の土木工事について知る。 ②フィールドワークをする ・探査者がこれまで巨椋池の痕跡を探してフィールドワークをした話を聞く。池の底で堆積した粘土の層が現在も宇治川や木津川の河川敷で見られることを知る。 ・粘土層の剥ぎ取り標本と冷蔵保存された粘土を手に触れて観察する。 ③科学的手法で調べる ・珪藻はガラス質なので化石となって残ることや珪藻は種類によって生息場所が異なることから、示相化石となることを知る。	・話し合いの間、机間巡視をし、面白い意見が出れば全体に発表させる。 ・パワーポイントを用いた説明。 ・巨椋池干拓誌の実物を生徒に見せる。 ・木津川河川敷に巨椋池の粘土層の剥ぎ取り標本を提示し、堆積の様子を考えさせる。剥ぎ取り標本の作製方法にも触れる。 ・「水辺の生き物」で学習した教科書の珪藻の写真を見せる。それ以外にも約10万種の珪藻が存在していることを伝える。	・パワーポイント資料 ・プロジェクター ・地層の剥ぎ取り標本 ・冷蔵保存した粘土層
展開② (25分)	巨椋池はどんな環境だったのだろうか? 永久プレバートづくり ・プレバートを作成する。(2人1組になり、1組につき1枚作製) <手順> ① 巨椋池粘土層の剥ぎ取り標本の指定された層から粘土の試料を適量採取する(標本に金線で釘を軽く打ち、割れ目を入れてピンセットで採取する)。	・手順①～⑤の各操作を生徒にさせる前に、探査者がその都度演示をして説明。 ・剥ぎ取り標本を廊下側と窓側にそれぞれ1つずつ置く。事前にべアごとに採取する層を指定する(合計6か所)。探査者やアシスタントが粘土層をうまく採取出来るよう、支援す	・ホットプレート ・スライドグラス ・カバークラス ・封入剤 ・釘 ・金線 ・200 mL ビーカー ・ボリスボイト ・紙コップ
展開③ (30分)	珪藻化石を観察しよう ・作製したプレバートを顕微鏡で観察する。珪藻化石を見つけたらワークシートにスケッチするとともに、配布される珪藻図鑑を見比べて、種類と生息場所の有機汚濁について調べる。 ・配布される珪藻図鑑では「きれいな水域にすむ珪藻」、「汚い水域にすむ珪藻」に分類されている。分類ごとに検出された珪藻化石の数を計上する。	・探査者及びアシスタントは常時機間巡視し、顕微鏡の操作、珪藻化石の同定の支援を行う。	・顕微鏡 ・珪藻図鑑
展開④ (10分)	古環境を推定しよう ・各分類でそれぞれ何体の珪藻化石が検出されたかを全体に報告する。 ・結果から調査地点がどのような古環境の変遷をたどったのかを推定する。	・生徒が報告した結果を黒板にまとめる。	
展開⑤ (5分)	巨椋池はなぜできたのだろうか? ・宇治川断層の活動によって断層の両側が沈降し、池ができたことを理解する。また断層の北側は隆起し、現在の桃山丘陵を形作っていることも理解する。	・パワーポイントを用いた説明。	・パワーポイント資料 ・プロジェクター
まとめ (5分)	授業の振り返りを行う。		

地図を重ね合わせると、これらの粘土層はかつて巨椋池の底で堆積したものであることをパワーポイントのスライドを用いて説明した。さらに教室前方の黒板に八幡市・御幸橋付近の木津川河川敷で採取した巨椋池粘土層の剥ぎ取り標本（KIZU-02）を掲げ、生徒たちに観察させた。野外で観察できる粘土層は非常に柔らかいのに対し、剥ぎ取り標本の粘土層は乾燥してしまっているため、生徒にとって粘土であるとイメージしにくいことが予想される。よって、同地点で採取した粘土層の塊を冷蔵保存したものを生徒に触れさせ、粘土は乾燥すると剥ぎ取り標本のように硬くなることを説明した。また、黒板に掲げた剥ぎ取り標本の最下部の層は約1000年前に堆積したものであることを伝えた。

「科学的手法で調べる」については、剥ぎ取り標本の粘土層には珪藻化石が多く含まれていることを説明したうえで、珪藻化石は示相化石として堆積当時の水環境を調べることができることを説明した。なお、前時までに示相化石について学習済みであるとともに、珪藻についてもハネケイソウ（*Pinnularia viridis*）の生体写真が、生徒が使用する東京書籍の教科書[10]の前書き部分に掲載されている。教科書に掲載されている種の珪藻以外にも世界中に10万種以上の珪藻が存在する[11]ことを説明したうえで、本実践では有機汚濁のみ焦点を置き、珪藻は有機汚濁の度合に鋭敏に反応して棲み分けていることを説明した。有機汚濁のみに焦点を当てた理由は、pHに関しては中学校3年生で初めて取り扱われるため学習段階にそぐわないと判断したこと、水流に関しては本試料から抽出される珪藻は水流不定性種がほとんどであり、古環境の推定が難しいと判断したためである。本実践では生徒に分かりやすいよう、好清水性種を「きれいな水域にすむケイソウ」、広適応性種を「幅広い水域にすむケイソウ」、好汚濁性種を「汚い水域にすむケイソウ」と表現した。

筆者は自身の自宅がある八幡市に巨椋池があったことに驚き、この地点の過去の水環境に興味を抱いて珪藻分析の研究を始めたことを生徒に伝えた。その上で、生徒も木津川の地層の剥ぎ取り標本から珪藻化石を抽出し、古環境を推定する実習を行った。実習は2人1組で行い、プレパラートは1組につき1枚作製した。

まず、黒板に掲げた剥ぎ取り標本と同様のものをさらに2つ用意し、標本から分析用の土壌試料を採取させた。標本は極細粒砂や細粒砂の層は薄く剥ぎ取られており採取することが難しいため、原則粘土およびシルトの層から試料を採取することとした。座席順に担当を割り振り、剥ぎ取り標本の異なる6つの層をクラスで手分けして分析させた。試料の採取にあたっては、金槌を用いて標本に軽く釘を打ち、割れ目を入れることにより分析用試料を採取させた。本来は決められた質量分の試料を電子天秤で計測するべきであるが、本実践では時間短縮のために一辺9 mmの正方形の木製ブロックを用意し、ブロックと同程度の体積に調整するよう指示した。

その後、永久プレパラートの作製に入った。200 mLビーカーに水200 mLを入れ、そこに正方形のブロックと同程度の堆積にした分析用試料を入れて割りばしでよく攪拌させた。1分間放置させた後、上澄みを別の200 mLビーカーに移し替えさせた。上澄み液を懸濁状態にしたものを教室後方に設置した約180℃のホットプレート上のカバーガラスの上にポリスポイドで2 mL滴下させ、水分を蒸発させた。各工程を生徒が行う前に、筆者が全体に向けて演示をしながら説明をした。

乾燥後、封入剤を用いてカバーガラスを封入する作業は時間短縮のため筆者または補助の大学生が行った。プレパラート作製後、10分間の休み時間を挿み、検鏡作業に入った。検鏡作業についても2人1組で協同して行うこととした。生徒は顕微鏡を操作した経験が少ないため、常時机間巡視しピントの調整や珪藻化石を見つける支援を筆者や補助の大学生が行った。また筆者が行った珪藻分析において頻繁に検出された52種の珪藻を「きれいな水域にすむケイソウ」、「幅広い水域にすむケイソウ」、「汚い水域にすむケイソウ」に分けて種名と写真を掲載した図鑑を作成し、生徒に配布した。この図鑑をもとに、生徒は珪藻化石の同定作業を行った。同定作業に関しても筆者や補助の大学生が支援に回った。30分間の検鏡および同定作業の中で、1ペアあたり1~3体の珪藻を検出し、すべての生徒が少なくとも1体は珪藻を観察することができた。

検鏡および同定作業を行った後、それぞれのペアの代表が、調査した層において「きれいな水域にすむケイソウ

ウ]、「幅広い水域にすむケイソウ」,「汚い水域にすむケイソウ」がそれぞれ何体検出されたかを全体に報告し, 筆者が黒板にまとめた。その上で, 剥ぎ取り標本が採取された地点では有機汚濁に関してどのような水環境の変遷をたどったのかを生徒に推定させた。実践では, 両クラスともに時代が

表2 1年2組での珪藻化石の分析結果

層位	きれいな水域にすむケイソウの数	幅広い水域にすむケイソウの数	汚い水域にすむケイソウの数	水環境の推定
A (KIZU-02の最上部から40 cm地点)	2	1	0	きれいな水域
B (KIZU-02の最上部から60 cm地点)	2	1	0	きれいな水域
C (KIZU-02の最上部から110 cm地点)	2	2	0	きれいな水域
D (KIZU-02の最上部から130 cm地点)	2	1	0	きれいな水域
E (KIZU-02の最上部から150 cm地点)	2	0	3	汚い水域
F (KIZU-02の最上部から170 cm地点)	0	7	0	?

新しくなるにつれて「きれいな水域にすむケイソウ」の検出数が「汚い水域にすむケイソウ」の検出数を上回る結果となった(表2)。筆者が行った同地点の古環境分析では, 調査地点は時代が新しくなるにつれて水の流れが滞ったとの推定をしているが, 本実践では, 生徒が導き出した結果を尊重することとした。その上で, 筆者は1つのプレパラートから100体の珪藻化石を同定して古環境の推定を行っていることと, より多くの珪藻化石を同定することで信憑性が増すことを伝えた。

授業の終盤に, 生徒になぜ巨椋池ができたのかという問いかけを行い, 成因の一つとして, 宇治川断層の活動により断層南部の巨椋池周辺が沈降しそこに水がたまってできたと考えられていることを伝えた。また断層北部の桃山丘陵も宇治川断層の活動で隆起していると考えられていることにも触れ, 実践校が建つ桃山丘陵と巨椋池の成因が共通していることを説明した。ただし, 1回目実践を行ったクラスでは時間が足りず巨椋池の成因について説明することはできなかった。

2. 授業実践のアンケート調査

本授業を受講した生徒53名を対象に, 授業後にアンケートを実施した。有効回答数は53であった。各質問項目は以下の通りである。

- ①プレパラートを作る難易度はどうでしたか。
- ②ケイソウ化石を見つける難易度はどうでしたか。
- ③今日の授業を通して, 初めて知ったこと, 印象に残ったこと, 興味を持ったことなどについて書いて下さい。
- ④今日の授業で疑問に思ったことがあれば書いて下さい。

①と②については「とてもかんたんだった・ややかんたんだった・ややむずかしかった・とてもむずかしかった」の選択で, ③と④については自由記述で記入してもらった。以下にアンケートの結果を記す。

①プレパラートを作る難易度はどうでしたか。

「とてもかんたんだった・ややかんたんだった・ややむずかしかった・とてもむずかしかった」がそれぞれ12名,34名,4名,3名という結果となった。全体の86%以上の生徒がプレパラートの作製について「とてもかんたんだった」または「ややかんたんだった」と回答した。生徒にとって簡単に感じた要因として2人1組で協同して作業を行ったこと, 試料の計量の代わりに正方形のブロックの見本と同程度の体積に調整するようにしたこと, 封入作業は筆者や補助の学生が行ったことなどが考えられる。また, 各操作を行う前に筆者が演示を行って説明したことも, 生徒にとって理解しやすいものとなったのではないかと考える。一方で, 約13%の生徒が「ややむずかしかった」または「とてもむずかしかった」と回答している。細かな作業を苦手とする生徒もいることから, 作業の際には机間巡視を行い, 必要に応じて手厚い支援を行うことも大切である。

②ケイソウ化石をみつける難易度はどうでしたか。

「とてもかんたんだった・ややかんたんだった・ややむずかしかった・とてもむずかしかった」がそれぞれ1名, 5名, 17名, 30名という結果となった。全体の88%以上の生徒が「ややむずかしかった」または「とてもむずかしかった」と回答した。顕微鏡の操作そのものに慣れていないこともあるが、支援に回っていた筆者でも生徒が作製したプレパラートから珪藻化石を検出するのが難しかった。本実践ではプレパラートの作製過程において、200 mLの水に指定された体積の土壌試料を溶かし懸濁液を作ったが、試料に対して溶媒の水の体積を少なくすることで、観察できる珪藻化石の数が増加することも考えられる。より多くの珪藻化石を観察するために、懸濁液の濃度の検討を行う必要がある。

また顕微鏡で観察できる珪藻と塵の区別がつかない生徒もいた。事前に珪藻化石が1視野において確実にみられる永久プレパラートを生徒に観察させ、珪藻化石の見え方を理解させた上で、生徒が作製したプレパラートを検鏡させるなど、今後工夫が必要である。

③今日の授業を通して、初めて知ったこと、印象に残ったこと、興味を持ったことなどについて書いてください。

KJ法[12]の手法を参考に分析を行った。自由記述の回答から合計319個のキーワードを抽出した。これらのキーワードの中で似た意味の記述を集めて小カテゴリに分類し、小カテゴリ名を命名した。さらに、小カテゴリ名の中で関連したものを集めて大カテゴリに分類し、大カテゴリ名を命名した。その結果、13の大カテゴリならびに51の小カテゴリに分類することができた(表3)。表3において、各小カテゴリに分類されたキーワードの出現頻度が高いほど、その小カテゴリの内容が生徒にとって印象に残ったものであると考えられる。キーワードの出現頻度が最も高かった小カテゴリは、「検鏡の難しさ・苦勞」であった。生徒にとって珪藻化石を見つけるのは非常に難易度が高かったと考える。その一方で、珪藻化石を見つけることができたときの「嬉しさ・達成感」についてのキーワードの出現頻度も高かった。

次にキーワードの出現頻度が高かった小カテゴリは、珪藻の「種の多様性」についてである。珪藻は10万種い

表3 質問項目③で得られた生徒の自由記述の分類結果

大カテゴリ	小カテゴリ	頻度	記述例(一部)	
巨礫池の存在	巨礫池の存在	10	昔に巨礫池という大きな池があったことを初めて知りました。巨礫池の存在を知りとても驚きました。	
	大きさへの驚き	3	あまりの大きさに池じゃないかと思いました。	
	あこがれ	7	今も巨礫池があったらいいなあ。	
巨礫池の歴史	発言の土木工事	6	置屋発言の力はすごいんだなと思いました。	
	巨礫池の干拓	10	巨礫池の水をポンプで排したことを初めて知った。	
	その他	1	巨礫池の歴史は深いんだな。	
巨礫池の生物	ハス	3	巨礫池にはハスの花が咲いていた。	
	その他	2	巨礫池があった時から来ている生物が今もきている。	
巨礫池の地層	剥き取り標本	6	本当に地層があんなキレイにはかき取れるのかな。地層を見ることができてよかった。	
	過去の証人としての地層	5	地層にたくさんの情報などがはいっている。	
	地層の中の珪藻化石	7	土の中に生物死がいがかんかんあっておどろいた。	
珪藻	種の多様性	29	ケイソウは何万種類もあること。すごいね。みんなの種類の違うことにはびっくりした。	
	生態の多様性	11	すも場所が種類によって違うと書かれておどろきました。	
	示相化石としての珪藻	2	ケイソウで昔のことが分かるなんて初めて知りました。	
	ガラス	7	ケイソウの体がガラスでできていることを知ってびっくりしました。	
	美しさ	3	きれいで驚きました。	
	その他	5	地味にキレイと思えるものもあった。バナナみたいない形。	
	日常との関連	橋中学と巨礫池の関係	8	オガラ池と京都橋が関係しているということを初めて知った。毎朝上るとは活断層を思い出しながらがんばって登ります。
		居住地域と巨礫池の関係	11	向島に住んでいるが住んでいるのことも今まで知らなかったことがたくさんあった。
	プレパラートの作製	作製の楽しさ	8	プレパラートを自分達で作ったのが一番楽しかった。
		作製の簡単さ	2	案外簡単にできました。簡単に作れてよかったです。
作製の難しさ		1	難しかった。	
作製方法の理解		4	永久プレパラートのつくり方がよくわかりました。	
蒸発時の不思議		4	プレパラートの水が蒸発する様子は生きているようでおもしろかった。	
ペアと協力しての作製		2	ペアの人と協力して作製した。	
検鏡	その他	3	永久プレパラートをつくって良い経験になった。	
	検鏡の難しさ・苦勞	36	ケイソウ化石を見つけるのは私にとってもむずかしかった。空気がよみがえり多量につけた割にはケイソウ化石が見つからなかった。一種発見するのがやっとな。目がつかれた。	
	嬉しさ・達成感	11	みつけたときにはすごいうれしかった。体がみえたときは思わず声をあげてしまいました。	
	惜しさ	4	他の前は2匹・3匹珪藻を見つけていたのでもうやしかった。	
	検鏡の簡単さ	1	3匹も見つけられて意外と簡単だと思った。	
	検鏡の楽しさ	7	自分達でつくったプレパラートで実際にケイソウを探るのがおもしろかった。	
	ペアと協力しての検鏡	2	ペアで協力した。	
	その他	5	すごく小さかった。	
	珪藻化石の同定	同定の難しさ	6	名前を調べるのに時間がすごくかかってしまった。先生がいらないとその種類がわからなかった。
		同定方法の理解	1	ケイソウの見分け方も分かった。
珪藻が割れていたこと		4	ケイソウがわかれていて種類がわからないものもあった。	
古環境の推定	同定の楽しさ	1	楽しかった。	
	結果について	7	きれいな水にすもケイソウが繁殖したのでおどろいた。	
	古環境の推定の楽しさ	2	ケイソウの種類でどんな水質なのかを知れることに楽しさを感じた。	
授業者(林)について	自分で推定できたことの誇り	1	自分で推定するんかすごいと思いました。	
	尊敬	8	あのプレパラートから100個もの化石を取り出すことすごいと思いました。研究の仕方などが「すごいな!!」と思いました。	
	わかりやすさ	6	薬物などをもってきて説明してくださり本当にわかりやすかったです。	
	面白さ	7	林先生の話とてもおもしろくてためになりました。	
授業全体について	その他	1	嬉しく教えてくれた。	
	満足感	13	知らなかったことがたくさん知れたのでよかった。良い思い出がたくさんできました!!	
今後深めていきたいこと	他の種類の珪藻	10	他にどんなケイソウが巨礫池に生息しているのかも調べて池の生態系を知りたい。	
	フィールドワーク	3	ひまがあれば巨礫池に行っておんどかきかしてみようと思った。水があったことを思い浮かべて歩きたい。	
	巨礫池の文献調査	9	もっとインターネットや本で巨礫池のことを調べてみたいと思いました。	
	自分の家の周りの調査	3	自分の市町村の生物などを調べてみたい。	
	自分の近所が昔どのようなところだったのかを調べてみたい。家の庭とか公園の砂で化石があるかどうかしらべてみたい。自分の近所が昔どのようなところだったのかを調べてみたい。家の庭とか公園の砂で化石があるかどうかしらべてみたい。	8	ほかのプランクトンの化石があるのか調べたい。ちがう生物でもその時の地質が分かるのか興味をもった。	
	他の生物の化石	3	ほかのプランクトンの化石があるのか調べたい。ちがう生物でもその時の地質が分かるのか興味をもった。	
	その他	3	土の中に含まれているものについてくわしく調べてみたい。	
	合計	319		

ると推測されていることを授業で触れたが、生徒にとって非常に印象深い事象であったものと考えられる。また、珪藻の「生態の多様性」についてのキーワードの出現頻度も高く、本実践を通して生物の様々な多様性に気づくことができたと考えられる。また、大カテゴリ「今後深めていきたいこと」の中では「ほかの種類別の珪藻の観察」についてのキーワードの出現頻度が高かった。種が多様な珪藻だけあってさらに他の種類も観察したいという意欲が湧いたのではないかと考える。

大カテゴリ・小カテゴリの関係性を図解化したものが図6である。本実践を通して生徒達は、巨椋池という大きな池が存在したという気づきを中心として、生物や地質、歴史、日常など多くの巨椋池との関係性に気づくことができ、総合的な学習が展開できたと考える。特に、

巨椋池と日常との関係への気づきについては、「橘中学と巨椋池の関係」や「居住地域と巨椋池の関係」についてのキーワードの出現頻度が高いことから、生徒が日常生活と授業内容を双方向に関係付けながら学習したことで、授業での学びや経験がより印象深いものとなったと考える。

さらに、多くの巨椋池との関係への気づきが得られたことで、授業全体として知的満足感が得られ、多くの「今後深めていきたいこと」が生徒の中で生まれたと考える。特に、より多くの種類の珪藻も観察し巨椋池の古環境を調べたいという記述や、他の生物の化石でも巨椋池の古環境を調べてみたいという記述、自分の家の周りの環境も調べたいという記述、また巨椋池について文献調査やフィールドワークを通してさらに学びを深めたいという記述など、郷土について興味・関心を持ち、今後さらに学びを深めていきたいという意欲的な記述が53名中22名からみられた。22名以外の生徒の中にも感想文には記述していないが実際には郷土についてさらに学びを深めていきたいと考えている生徒も含まれることが予想される。アンケートから伺えたのは一部の生徒のみではあるが、珪藻化石の分析を通して巨椋池の自然史を探るという本実践での試みが、郷土への興味・関心を持たせることができ、郷土愛の醸成のための基盤形成を促すことができたと考えている。

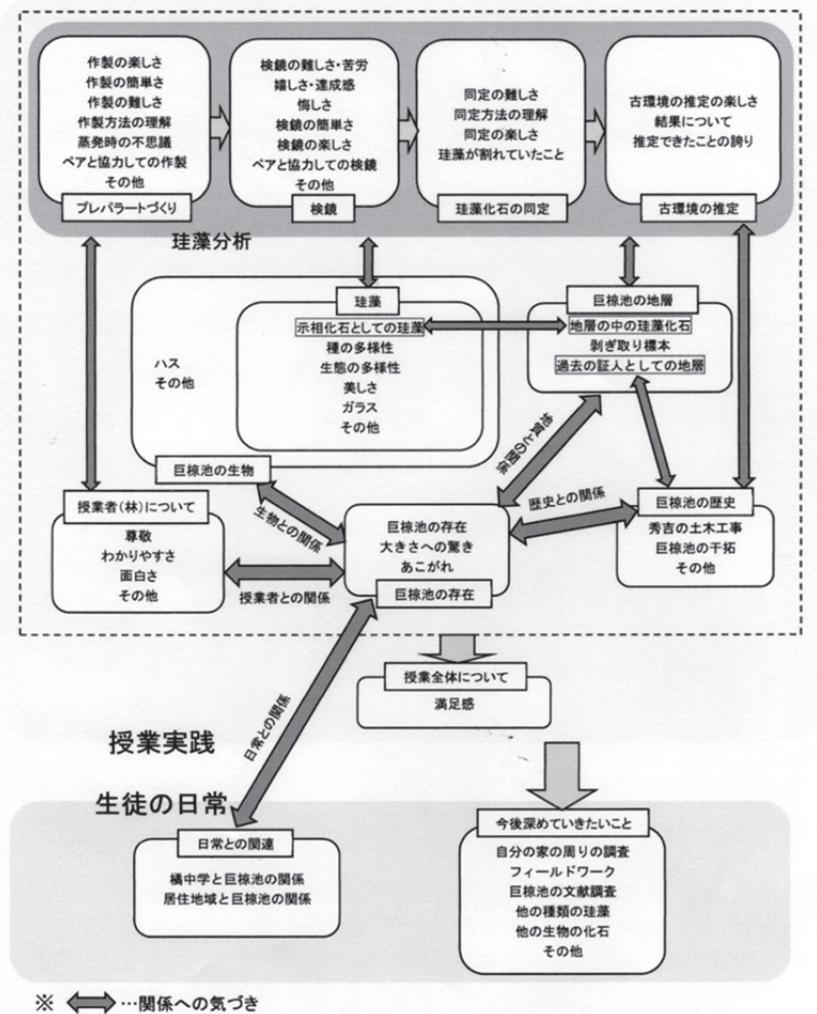


図6 各カテゴリの関係性の図解化

④今日の授業で疑問に思ったことがあれば書いてください

表4のような記述がみられた。特に、珪藻に関する疑問や、珪藻以外の化石に関する興味を多く抱いたようである。今後この授業を行う際には、本実践で生徒が抱いたこれらの疑問については授業内で補足説明するなど、触れるようにしていきたい。

表4 質問項目④の集計結果

珪藻について	<ul style="list-style-type: none"> ・ケイソウは何年前から生きているか ・(珪藻を) 見つけたときはどうやって名前をつけるのか ・どうしてケイソウはあんなにたくさんの種類ができたのか ・ケイソウの種類でどのような水域にいたか分かったけれどどうしてそれが分かったのかをまた知りたいです ・ほかの場所にも多くいるのはケイソウなのか?
珪藻以外の化石について	<ul style="list-style-type: none"> ・巨椋池の環境が分かる化石はケイソウ以外にはないのですか? ・巨椋池があった場所はケイソウ以外の化石はとれるのか ・先生たちが採った地層にはケイソウ化石しかないのか? ・今回の地層からアンモナイトは見つかるのか
実験について	<ul style="list-style-type: none"> ・どうしたらプランクトンを早く見つけられるのかと思った ・完成したプレパラートを見るとほぼ透明なのに、顕微鏡で見るとたくさんの珪藻の化石が見えるのはどうしてなのか気になった
巨椋池について	<ul style="list-style-type: none"> ・巨椋池で漁業を営んでいた人たちはどうなったのか ・豊臣秀吉はどうやって(巨椋池を)改造したのかが不思議だった。 ・巨椋池の水を抜くのにどれくらいの時間がかかりましたか
林の研究について	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ、いろいろな環境を知る化石がある中でケイソウに重点を置いて研究しているのか

Ⅳ. おわりに

京都橘中学校での両授業実践において、特に珪藻化石の検鏡作業の難しさについての課題が浮き彫りとなった。作製したプレパラート中の珪藻殻数が少ないことが原因と考えられる。実践では時間短縮のため、地層剥ぎ取り標本から採取した分析用の土壌試料の質量の計測は行わず、代わりに一辺0.9 cmの立方体の木製ブロックを用意し、これと同体積の試料を採取するよう指示したが、実際に受講者が採取した試料の体積にはばらつきがあったことが予想される。このことから、授業内において分析用試料の質量の計測を行うことの重要性を感じた。今後授業実践を行う際には、電子天秤を用いて分析用試料の質量の計測を行うことで、受講者が1視野中に1個体以上の珪藻化石が検出できるプレパラートを作製できるか検証したい。

また授業実践では、筆者がフィールドワークや珪藻化石の同定による古環境分析を通して巨椋池に向き合ってきた経験を受講者が追体験することを目的とした。特にフィールドワークに関しては、筆者が野外観察を行う中で、宇治川や木津川の各地の河川敷に堆積している巨椋池粘土層の露頭を発見したという話題を紹介した。しかし、筆者がフィールドワークで得られたアースシステム教育の“Act locally and think globally (地域で活動し地球規模で考える)”の視点は、授業実践において受講者の感想文の分析からはみられなかった。今後授業実践を行う際には、巨椋池干拓地や木幡池における生活排水による水質汚濁の問題や外来種、不法投棄の問題、また気温や植物の生育と粘土層の硬さの変化への気づきについてなど、筆者のフィールドワークでの経験について、時間の許す限り内容を充実させ、身近な地域の話から地球規模の問題も考えることができる授業を目指していきたい。

謝 辞

京都橘中学校のスタッフには本教育実践をさせていただき機会をいただきとともに多くの助言や励ましのお言葉をいただきました。京都教育大学の田中里志博士には珪藻化石の調査・分類法につきまして様々な助言をい

いただきました。京都教育大学の嶋田麗さん、松村祥君、畠山理帆さんには授業の補助をしていただきました。本教育実践は科学研究費補助金の助成を受けて実施したものです。これらの援助に謝意を申し上げます。

引用文献

- [1] 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説総合的な学習の時間編．東洋館出版，東京，125p.
- [2] 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説道徳編．東洋館出版，東京，145p.
- [3] 秦 明德（1991）地域の身近な自然を生かした理科指導の在り方 —地学的領域—. 理科の教育，40(8)，12-15.
- [4] 西村一夫（2011）「郷土に『還す』という営み」により，郷土に愛着を抱かせる．現代教育科学54(9)，79-82.
- [5] 中野英之・柴田清・江口はるみ（2014）放射線・防災教育の視点を取り入れた「流水のはたらき」の学習展開，日本災害復興学会誌「復興」6(3)85-95
- [6] Mayer, V. J. (1988) Earth system education: A new perspective on planet Earth and the science curriculum, Columbus. The Ohio State University Research Foundation.
- [7] 五島政一・ESE研究会（2004）アースシステム教育学習教材アイデア表の開発．日本地学教育学会第58回全国大会岡山大会予稿集，70-71.
- [8] 巨椋池土地改良区（1962）巨椋池干拓誌．巨椋池土地改良区，宇治，737p.
- [9] 松岡健一郎（2011）大阪層群・アズキ火山灰層堆積期の古環境の解明と珪藻遺骸を用いた理科教材の検討．平成22年度京都教育大学大学院教育学研究科修士論文，108p.
- [10] 岡村定矩ほか（2011）新しい科学1年．東京書籍，東京，240p.
- [11] 野尻湖ケイソウグループ（2000）地学ハンドブックシリーズ・20 改訂版ケイソウのしらべかた —小さな生き物・身近なはたらき—. 地学団体研究会，東京，105p.
- [12] 川喜多二郎（1967）発想法—創造性開発のために．中央公論社，東京，220p.

