

外来魚を用いた「体の構造」と「食物連鎖」の学習プログラムの開発と実践

—海洋教育パイオニアスクールプログラムおよび琵琶湖の外来魚駆除活動と連携した解剖実習—

明星大学理工学部総合理工学科 特任教授 和田 薫

1. はじめに

生物や自然環境に関する様々な事象・現象は、日常生活や将来と密接な関係をもっている。しかしながら現代は、日常生活の中で生物や自然環境との直接的な結び付きを感じる機会は少ない。そのため、理科での学習を通して、生物や自然環境について体験に基づいて「関心」をもたせ、「なぜこのような事象があるのか」という探究心を高めていきたいと考える。さらに生物が自然環境の中で、どのような生態をもち、その生物が占める生態系の中での役割を知ることにより、環境問題や自然保護問題の本質を理解し、身近なものとして「関心」をもちつづける機会にしてほしいと考えている。

本研究では、中学校の理科で学ぶ内容「動物の体の構造」や「食物連鎖」・「自然界における生物相互の関係や自然界のつり合い」などの学習と関連させつつ、外来魚問題を含む外来生物の問題に興味をもたせ、「自然環境を保全することの重要性」を認識させるために開発した「外来魚を用いた解剖実習」の学習プログラムについて、18年以上にわたり実践してきた成果を報告する。

また、本授業のプログラムは本学で実施されているインターンシップ制度や教育ボランティアの協力、さらに環境教育論の授業を通して、将来教員を目指す大学生と共に実施してきた。さらに2018年度には、このプログラムは八王子市(立)由井中学校区で実施されている海洋教育パイオニアスクールプログラムの中学2年生のテーマ「動物の生活と生物の進化」として実施されている。

以上のように、理科教育の新たな教材として、また、文科省が推進する海洋教育やESD・環境教育の有用な教材の一つとして「外来魚駆除活動と連携した解剖実習」の実践を報告する。

2. 授業の位置づけと環境教育および海洋教育との関係

生徒に動物や自然に対する興味・関心をもたせるためには、実験・観察による実体験が必要であるのは論をまたない。新たに改定される新学習指導要領においても、「観察・実験を通じて科学的に根拠をもって思考する力をつける」ことが重視されており、実験・観察はいつそう重視されることになる。

中学校理科では、一般にカリキュラムの進行上、「動物についての学び」は2年生の1学期、または2学期に実施されることが多く、解剖の授業は「動物の体のつくりと働き」の単元で実施されることが多かった。今後の新学習指導要領でも、生物の外部形態による「特徴と分類の仕方」は1年生に移行するが、「動物の体のつくりと働き」の単元は2年次で学習されるため、解剖等の実施時期の変更はない。解剖等の授業において課題となるのは、授業内容が増加した現状にあって、実際に実習の時間が確保出来にくいのが現状である。それにもかかわらず、熱心な教員により様々な「解剖」の授業が実施されているのは、生徒の動機付けや学習の定着に非常に効果的であることを、経験的に知っていたためである。

従来、解剖学習としては、ウシ・ブタの心臓などを用いての解剖実習を行うことが多かった。しかしながら、近年では感染症などの病気による危険から、これらを解剖実習の教材として用いるのは難しくなっている。さらに、鶏を用いての解剖実習が行われることもあったが、鳥インフルエンザが流行した際に自粛された。上記の教材を含めて、コイやカエルを用いての解剖が実施可能であるが、費用上の問題がある。特に、カエルは採集による入手が難しくなり、実験用の教材として入手が容易なアフリカツメガエルは購入費用が高価である。コイは大きく、班単位での解剖にも向いているが、キロ単位で販売されており、食

用のコイは大型のために、購入する場合には非常に高価になる。近年、無脊椎動物の学習がカリキュラムに復活したため、安価で容易に入手できるイカやアサリの解剖が行なわれるようになり、手間やコストがかかる脊椎動物が解剖に用いられることは少なくなりつつあるのが現状である。

一方、中学校理科で環境保全や生態系のバランスに関する内容を含む観察・実験をおこなう単元は『自然と人間』であり、中学3年生の3学期に実施されることが多い。『自然と人間』の単元では、食物連鎖を理解する実習として、煮干し(主にカタクチイワシ)を用いて胃の内容物を調査する観察が例示されている。しかし、小魚の胃内容物である微少なプランクトン等の取り出しと観察には手間がかかり、消化され、破損したプランクトンの正確な同定は難しい。なによりも生徒にとって、食物連鎖のダイナミクスを実感するにはインパクトの乏しい教材である。さらに言えば、食物連鎖を学ぶには、その動物が生息する環境や生態的地位、餌とする生物について教員は基礎的知識をもち、理解しておく必要がある。プランクトンを学習で扱うのは、小学校5年時にメダカの餌となるミジンコなどの池の中のプランクトンを学習し、中学校1年生では顕微鏡の扱いでプランクトンを学習するが、いずれも池やプールから採集する限定された淡水産の種類である。多くの教員にとっては海産のプランクトンを観察した経験もほとんど無く、淡水に比べて豊富で複雑な種類の海産プランクトンを調べ、授業内での確かな指導をすることは難しいのが現状である。

中学校における理科の授業の中で、限られた授業時間内に学習できる教材とするには、いくつかの単元の内容を関連させ、かつ中学生にとってもインパクトのある内容により、複合的、効率的に学ばせる必要がある。また、環境教育の目標や内容を達成するためには、現在身近で起きている題材により「生態系のバランスや環境保全」に関する内容を含む観察・実習をおこなうことが効果的である。多くの視点から考察できることが、新学習指導要領で今後の課題とされる「自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探求しようとする態度を養う」教材として重要である。さらに、外来生物の問題は、人間の活動に深く関連するため、“科学”と“社会”の関係についても学びを深めることができ、思考力・判断力・表現力を身につけるための議論や考察を通して話し合い活動を設定することが可能な教材である。

海洋教育の中では、陸水の生態系を取り上げることで、適したモデル学習教材として位置づけられる。海のない地域であっても、陸水を通じて海洋と繋がっているが、日本のように多くの河川が存在する環境では、陸水と海洋の繋がり方も様々であり、両方の環境を活用している魚類等も多く、生態系の構成種としてだけでなく、重要な水産資源となっている。

外来魚を中心とする帰化動物の問題は、在来の生態系に大きな変化をもたらしているため、食物連鎖や「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」(外来生物法)の施行の意味について考えることは、海における外来生物の問題を考える上でも非常に有意義な意味をもつといえる。

このように陸水の学びから海洋への興味関心を深めることで、陸水に比べ格段に複雑で豊富な海洋の生態系や食物連鎖、それらを支える種多様性にも興味関心を育成することができ、陸上の環境を含めてよりグローバルな視点で地球環境を学び、考える学習へ発展可能となる。

3. 教材

現在の中学生は、自然体験が非常に減少している。かつては趣味として釣りは小中学生男子の定番であり、ほとんどの男子生徒は経験があった。しかし、今では釣りを経験した生徒は非常に少なくなっている。そのような状況を反映してか、家庭でも魚を調理した経験はほとんどなく、魚の切り身を食べていても、それが魚のどの部位であるかわからない生徒も多い。家庭科の調理実習でも魚を丸ごと一匹扱う機会もほとんどないのが実状である。(資料1参照)

外来魚の解剖実習では、生徒一人一人が必ず解剖し、実習体験ができるように各自に1匹ずつ魚を割り当てている。刃物の扱いに不慣れた生徒に配慮して安全かつ簡単に扱える器具を選び、個別実習を可能にするように留意した。

(1) 教材開発の視点

教材として、外来魚のブラックバス（オオクチバス）とブルーギルを用いることとした。ブラックバス（以下ブルーギルを含めて使用する）は、過去数十年の間にゲーム・フィッシングのために違法に放流され、各地で深刻な生態系の攪乱と漁業被害を引き起こしてきた。その為に平成16年に外来生物法が施行された際、生態系や農林水産業に影響を与える駆除すべき外来生物に指定された。その過程で起こったゲーム・フィッシング団体と漁業・環境保護団体との論争は、人間と自然環境との関係を考えるには良い教材となる。インターネット上にも様々な情報が載せられ、関連した多くの書籍があるために調べやすい環境が整っている。

(2) 教材の確保

実習のための教材（外来魚確保）のルートの確立が一番困難をきわめた。実際に近くの池や川からの調達が可能であれば、一番望ましい。しかし、生徒一人ひとりに1匹の魚を解剖させるには、大量の捕獲が必要となる。もし地元で入手できない場合は、外来生物として問題になり、組織的な駆除が行われている地域から、大量に調達することが可能と考えた。そのような条件を満たし、協力していただける提携先を見つけるため、各地に問い合わせをした。

琵琶湖に於いてブラックバスは生態系を崩し、深刻な漁業被害を引き起こしている。この被害を少しでも改善しようと漁協をはじめ、「琵琶湖を守る会」や「ブラックバス・バスターズ」等の環境保護団体が駆除活動を展開している。釣り上げられたブラックバスは、ほとんどがそのまま廃棄されていた。この大量に廃棄されている魚を解剖実習に活用できないかと、18年前に活動を行なっている各団体に提供のお願いを打診したところ、琵琶湖を守る会から快く応じていただいた。ブラックバスの駆除活動は魚の活動が不活発な冬季を除き、ほぼ年間を通して行なわれている。(写真1)

解剖実習に用いるためには、どのような時期に捕獲されたブラックバスでも可能であるが、食物連鎖について学習するためには、餌となる生物も多く、ブラックバスの捕食活動が盛んな4月から11月までの時期に捕獲された個体を用いるのが、胃内容物の種類も豊富で適している。

(3) 教材の保存方法

捕獲されたブラックバスは保冷箱に氷とともに入れられて送付されてくる。(写真2) 保冷箱から出したブラックバスは半冷凍の状態である。当初は生徒に素手で扱わせ、解剖させていたので、解剖の際に扱いやすくする為、魚体を塩水で洗い、ぬめりを取り除く処理をした後にビニール袋に数匹ずつまとめて入れて冷凍していた。しかし、解凍すると内臓が痛み、胃内容物の分解が進むため、保冷箱から出したブラックバスは大きさを分けた後は、できるだけそのまま冷凍するように変更した。(写真3) また、扱う際には、背鰭に有する棘でケガをしないようにゴム手袋を着用すると共に、扱う上での注意喚起を生徒に徹底する必要がある。(写真6)

(4) 情報・知識の収集

18年前に外来魚の解剖を始めた時には、ブラックバスやブルーギルについては、図鑑やインターネット上にも正確な解剖図などの内部構造に関する知見が全く見いだせなかった。ブラックバス等はスズキ目サンフィッシュ科という日本に分布しない魚であるため、同じスズキ目のスズキ科に属する魚の体の解説や魚類解剖大図鑑(緑書房)の解剖図を参考にして解剖手引きを作成した。

(5) プレゼンテーション資料および教材・教具の準備

- ①生徒の多くは、解剖の経験も魚を調理した経験も無いため、解剖の手順と学習課題を詳しく示すためのプレゼンテーション資料を準備した。

(八王子市立由井中学校ホームページ <http://hachioji-school.ed.jp/yuij/> に公開中)

- ②解剖器具は怪我を防ぐため、基本的に解剖バサミを用い、骨などを切り離す際にはキッチンバサミを使用する。また、目や心臓などの細かいところの切断には、小さなハサミを使用した。このハサミは医療用コスメコーナーに鼻毛切り用として販売していたもので、解剖バサミと同様に先端が丸くなっており、解剖に適している。
- ③計測用には目盛り付きまな板を使用する。器具代を節約するためにキッチンバサミ・鼻毛切り用の小ハサミ・目盛り付きまな板は100円ショップで入手した。
- ④解剖に際し、ゴム手袋を使用させた。川魚は匂いやぬめりが強く、直接触れたことのない生徒の抵抗感を無くすために有効である。また、ゴム手袋はブラックバスやブルーギルが有する背ビレの太く尖った棘による怪我を防ぐ効果もある。
- ⑤解剖手順の確認やレポート作成の資料となる解剖実習ノートを準備した。また、実習中は汚れるため実習ノートをコピーした下書き用プリントを準備し配布した。

4. 学習活動

(1) 学習活動における配慮事項

① 個別でおこなう解剖実習および観察

実験・観察においては、各自が準備し、実験・観察をおこない、結果を自ら記録することで、生徒の主体的体験値をできるだけふやすことが必要である。とくに、生徒一人一人に「関心」や「疑問」を起こさせ、その疑問を解決していくという指導の流れをつくるためには、できるだけ少人数(可能ならば個別)で行う実験・観察がのぞましい。本学習プログラムでは、基本的に生徒一人一人が準備・解剖実習・観察を行ない、結果をまとめる体験ができるように、個人単位で行う観察・実習とした。(写真5・7)

② 安全性・利便性に配慮した実習

安全性を考慮して、不慣れなメスの使用をさけて解剖バサミのみを使用する。骨などを切り離す際にはキッチンバサミを使用することで、ナイフ状の器具による怪我を防ぐ配慮をした。これは、刃物を扱う経験の少ない生徒が、メスを使用することによる怪我を防ぎ、実習指導時間の効率化を図るためである。また、後片付けを簡便化するために配慮をし、器具の数を減らした。すなわち、目盛り付きまな板・汚れてもいい共有の筆記用具(鉛筆)を用意した。

③ 評価について

本実習のカリキュラム上の位置づけを明確にし、本実習により作成されたレポートを評価する観点別評価表を作成した。(表1参照)

(2) 学習を行う上での留意点

① 興味関心・思考力の育成の面から

生物や自然環境に関する様々な事象・現象は、日常生活や将来と密接な関係をもっている。しかしながら日常生活の中では生物と自然についての直接的な結び付きを感じる体験は少ない。学習を通して生物や自然環境について体験に基づいて「関心」をもち、「なぜこのような事象が生じているのか」という探究心を高めることが望まれる。さらに生物が自然環境の中で、どのような生態をもち、生態系の中での役割を知ることにより、環境問題や自然保護問題を調べ、その本質を理解し、身近なものとして「関心」をもちつづける態度を育成したい。そのために、実習後のレポートとして冬休み中の課題を設定した。(表2参照)

② 発展的学習の設定

生徒が学んできたセキツイ動物(主にヒト)の体の構造と比較しながら観察実習を行うことにより、セキツイ動物の体において共通する構造と、生活様式や環境に応じて発達した構造について、「興味」

をもって取り組み、科学的な見方、考え方を育成できると考える。さらに、体の様々な構造を調べることにより、(例えば、ブラックバスも水鳥等に食われる対応として背鰭に棘を発達させるなど)食物連鎖の食う・食われる関係などについて具体的に考察できる力が育成できる。

5. 学習指導計画

(1) 関連する単元の学習指導目標

【動物の生活と生物の変遷の学習指導目標】

(3) 動物の生活と生物の変遷

生物の体は細胞からできていることを観察を通して理解させる。また、動物などについての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させ、動物の生活と種類についての認識を深めるとともに、生物の変遷について理解させる。

【自然と人間の学習指導目標】

(7) 自然と人間

自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いについて理解させるとともに、自然と人間のかかわり方について認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し判断する態度を養う。

ア 生物と環境

(ア) 自然界のつり合い

微生物の働きを調べ、植物、動物及び微生物を栄養の面から相互に関連付けてとらえるとともに、自然界では、これらの生物がつり合いを保って生活していることを見いだすこと。

(イ) 自然環境の調査と環境保全

身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること。

(2) 評価規準

【動物の世界の評価規準】

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
動物のからだのつくりとはたらき、動物のなかまに関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全し生命を尊重しようとする。	動物のからだのつくりとはたらき、動物のなかまに関する事物・現象のなかに問題を見だし、解決方法を考えて観察・実験を行い、事象の生じる要因やしくみを分析的、総合的に考察して、問題を解決することができる。	動物のからだのつくりとはたらき、動物のなかまに関する事物・現象についての観察・実験を行い、基礎操作を習得するとともに、規則性を見いだしたりみずからの考えを導きだしたりして、創意ある観察・実験の報告書を作成し、発表することができる。	動物のからだのつくりとはたらき、動物のなかまに関する事物・現象について理解し、知識を身につける。

【自然と人間の評価規準】

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
自然と環境、自然と人間に関する事物・現象に関心をもち、意欲的にそれらを探究するとともに、自然環境を保全し、生命を尊重しようとする。	自然と環境、自然と人間に関する事物・現象のなかに問題を見出し、解決方法を考えて観察・実験や調査を行い、それらの事象を時間空間と関連づけて動的に見たり、事象の生じる要因やしくみを分析的、総合的に考察したりして、問題を解決することができる。	自然と環境、自然と人間に関する事物・現象についての観察・実験や調査を行い、基礎操作を習得するとともに、規則性を見いだしたり自らの考えを導きだしたりして、創意ある観察・実験の報告書を作成し、発表することができる。	自然と環境、自然と人間に関する事物・現象について理解し、知識を身につける。

(3) 学習活動に即した具体的な評価目標

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
○体のつくりに興味をもち、解剖実習で意欲的に調べようとする ○解剖実習で食物連鎖を確かめ、自然環境について、興味・関心をもって考えようとしている。 ◎インターネットを用いて、外来生物について調べようとする。	○解剖実習の結果から生物の食べるものと食べられるものとの関係を、生活や数量と関連づけて考え、説明することができる。 ◎自然環境を保全する方法について考察することができる。	○解剖実習をわかりやすくまとめて記録・整理し、発表することができる。 ◎解剖実習から自然環境調査のしかたを習得する。	○体のしくみについて関心をもち、意欲的に解剖実習を行い、各器官について名称と役割を理解する。 ◎自然環境(外来生物問題)について理解し本やインターネットで調べてレポートにまとめる。

(4) 評価場面・観点・方法

評価場面	観 点	方 法
観察実習に意欲的に取り組む。	自然事象への関心・意欲・態度	行動観察・解剖実習ノート
観察実習中に正確に記録をとる。	観察・実験の技能	行動観察・解剖実習ノート
観察内容をレポートにまとめる。	観察・実験の技能	解剖実習ノート
観察内容から魚の体のつくりと働きを考察し、レポートにまとめる。	科学的思考・表現	解剖実習ノート・レポート
環境問題・外来生物問題について興味をもち、レポートにまとめ発表する。	科学的思考・表現	解剖実習ノート・レポート

(5) 学習内容および活動

本プログラムによる解剖実習は、食物連鎖や外来魚問題の課題を含めて、冬期休業日前または春季休業日前の午後2時間分(100分)を活用して行う特別授業のプログラムとして開発した。しかし、2年生の「動物の体のつくりと働き」の単元の授業として解剖実習を行う場合には、教員が実習準備を整えておき、解剖実習の内容を魚の体の構造や胃内容物などに限定し、書画カメラなど実物投影装置により解剖の様子を提示しつつ、生徒と共に解剖実習を進行させる形で実施すれば、1時間(50分)の授業時間内での実習も可能である。(写真8)以下に両方の指導案を示す。

① 100分実施案

学習内容・学習活動	教師の指導・助言・留意点	評価の観点〔方法〕	時間
<p>プレゼンテーション * 目的と課題を理解して、解剖の方法の事前学習をする。</p>	<p>① 解剖実習ノートを配布する。 ② 解剖の方法についてプレゼンテーションソフトにより説明する。 (時間短縮の場合は省略)</p>	<p>【関心・意欲・態度】 発言・質問</p>	<p>(分) 15</p>
<p>解剖実習 【準備】 器具を準備する 解剖バサミ・キッチンハサミ スケール付まな板・バット・魚 新聞紙・ゴム手袋</p>	<p>③ 器具の配布と使用方法の注意と説明をおこなう。 ④ 解剖実習ノートに写すための実習下書きプリントの書き方の指示をする。 ⑤ 机に新聞紙をしきつめて、まな板をセットする。</p>	<p>【関心・意欲・態度】 行動観察</p>	<p>15</p>
<p>【課題】 ㉗呼吸器(エラ)の観察 ㉘心臓の観察 ㉙消化器官(胃・肝臓)の観察 ○胃内容物の観察 ○浮袋の観察 ○腎臓の観察 ○脳・視神経の観察 ○目・水晶体の観察 ○筋肉の観察 ○セキツイ(背骨)の観察</p>	<p>⑥ 魚の配布をおこなう。ゴム手袋をつけ、バットに魚を入れる。 ⑦ マニュアルにしたがって解剖をおこない、下書きプリント(実習ノート用)に記録やスケッチをとるように指示する。 ☞ 解剖は教員が実物投影装置で実際に説明しながら解剖をおこない、㉗—㉙まで実施すると、進行を揃えて効率的に進めることができる。 ☞ 適宜、机間巡視をしながら、進行状況を確認し、アドバイスを行う。 ●解剖の仕方・観察ポイントの指摘(特に骨の切断とエラ・心臓の位置、脳と視神経)の確認。 ●スケッチの指示</p>	<p>【観察・実験の技能】 観 察 実習ノート</p>	<p>50</p>
<p>後片付け 諸注意</p>	<p>⑧ 魚・器具の処置と片付け方法の注意と説明をおこなう。 ⑨ 片づけ。 ⑩ 課題レポートの作成方法の確認をおこなう。</p>	<p>【科学的な思考・表現】 実習ノート・考察 課題レポート 【知識・理解】 解剖実習ノート</p>	<p>20</p>

② 50分実施案

学習内容・学習活動	教師の指導・助言・留意点	評価の観点〔方法〕	時間
<p>プレゼンテーション 事前の授業で解剖の手順・課題について説明しておく。(1時間)</p>	<p>・実習ノートは事前の授業で配布して、手順を確認しておく。</p>		(分)
<p>* 目的と課題、解剖の方法の事前学習を確認する。</p> <p>解剖実習 【準備】 器具・魚を机上に準備しておく。 解剖バサミ・キッチンハサミ スケール付まな板・バット・魚 ルーペ・新聞紙・ゴム手袋</p> <p>【課題】 ㊦呼吸器(エラ)の観察 ㊧心臓の観察 ㊨消化器官(胃・肝臓)の観察 ㊩胃内容物の観察</p> <p>・時間があれば自由課題とする ○浮袋の観察 ○腎臓の観察 ○脳・視神経の観察 ○目・水晶体の観察 ○筋肉の観察 ○セキツイ(背骨)の観察</p>	<p>◎入り口で、ゴム手袋を配布する。 ① 教員により、机上に新聞紙を広げてセットして、器具を準備しておく。 ② バットに魚を入れて準備しておく。 ③ ゴム手袋を着用させ、着脱方法を説明する。 ④ 実習での注意、器具の使用に際しての怪我・事故の注意事項のみをおこなう。 ⑤ 実習用の下書きプリントの書き方の指示をする。 ⑥ 解剖は教員が提示装置で実際に説明しながら解剖方法㊦—㊨までを生徒と共に実施する。 ⑦ ㊩を例示して解剖を指示してからは、机間巡視して、確認し、実習ノート用に下書きプリントに記録やスケッチをとるようにアドバイスを行う。 ⑧ 観察ポイントの指摘(特にエラ・心臓、脳と視神経)の確認。</p>	<p>【関心・意欲・態度】 行動観察</p> <p>【観察・実験の技能】 観 察 実習ノート</p>	10
<p>後片付け 諸注意</p>	<p>⑨ 魚・器具の処置と片付け指示をおこなう。 ⑩ 片づけ。 ⑪ 課題レポートの作成方法の確認をおこなう。</p>	<p>【科学的な思考・表現】 実習ノート考察</p> <p>【知識・理解】 【科学的な思考・表現】 解剖実習ノートを課題レポートとして出題する</p>	10

6. 今後の課題と展望

過去に実施したアンケートの結果やレポートの内容から、本プログラムによる解剖実習は効果的に動物(魚類)の体のつくりを学ぶことができ、生徒に生態系のつながりや食物連鎖を含めて外来種問題を含む環境問題に強い関心をもたせることが出来たと考えられる。(資料1・2参照)今後の課題としては、本プログラムによる実習の効果測定のために、実習前の生徒の基本的知識、経験の有無と実習後の生徒の意識の変化を詳しく調査する必要がある。そして、解剖実習を実施しない場合や他の教材を用いた解剖実習と比べて、どれほど多面的な学習が効果的に出来たのか、検討していくことが必要であろう。

解剖実習は興味関心を高め、学習への教育効果は高いものの準備等に多くの手間がかかり、授業として導入・実施を避けられているのが現状である。現在、教員の大量退職時代を迎え、かつて解剖を積極的に授業に取り入れた教員も現場を離れつつあり、現場で培われた有形無形のノウハウが失われつつある。手間はかかるが教育効果の大きい教材には、いくつかの複合的な目的をもたせて実施することで、カリキュラム上の時間節約を図ると共に、若手の教員に経験を積ませることが喫緊の課題と考える。

各大学から参加してくれた教育ボランティア(スクールサポーター)や明星大学のインターンシップの大学生には、本授業について助手として参加してもらい感想を聞いてきた。(写真9-11)また、本実習を東京農業大学の中学・高校の理科教員を目指す大学三年生106名を対象として実施し、レポートによる感想をえた。さらに、明星大学の理科教員志望者約120名に解剖の経験をたずねた。その結果からは、中学校から高校にかけて解剖実習の体験が少ないことが明らかになり、解剖実習後の理解・関心には高い効果が見られた。(表3参照)さらに大学生が本プログラムに参加し、生徒指導を担うアシスタントの立場で体験した後は、実習指導技術の高度な習得が見られた。現在、かつて本プログラムを体験した大学生が中学校や高等学校の教員になり、外来魚の解剖の授業を当該校の授業でも実施したいとの申し出もある。今後、計画的に次世代の教員に本プログラムを経験させ、併せて新しい学習指導要領や海洋教育・環境教育の発展的学びに活用していくことが必要と考える。

謝辞

本プログラムの実施に際し、当初より外来魚の入手に協力いただいた琵琶湖を戻す会の奥田悦夫氏には、ここに改めて深く感謝いたします。本授業に対する奥田氏のご理解と手間暇を惜しまぬ18年間の協力がなければ、この授業自体が成立しませんでした。また、今までこの授業に参加し、準備を含めてお手伝いいただいた多くの教職員、講師、大学生の方々にも感謝いたします。特に、八王子市立由井中学校の荒井雅則校長先生には、海洋教育の継続推進と「外来魚の解剖実習」のために特別授業日の設定をしていただきました。また、村上宣明・大森紀幸両教諭には、アンケートの実施と集計にご協力いただきました。さらに日頃より、葛西臨海・環境教育フォーラムの宮嶋隆行氏はじめインタープリターの熊谷香菜子氏・高橋麻美氏には海洋教育の推進と本プログラムの実施にご尽力いただきましたことを感謝いたします。東京農業大学の武田晃治先生には、外来魚の解剖実習の機会と便宜を図っていただきました。また、明星大学の教職センター長 篠山浩文先生を始め教職センターの方々には、インターンシップ生やスクールサポーターの大学生の派遣に便宜を図っていただきましたことに感謝申し上げます。最後に、「外来魚の解剖テキスト」を印刷いただき、八王子市立由井中学校における環境教育の推進にご理解とご協力をいただいた八王子市教育委員会および市役所の方々に深く感謝いたします。

参考文献

1. 『環境問題を考える自由研究ガイド』 東京書籍 p.64 煮干しのお腹のプランクトンから海の世界を知ろう!
2. 実習煮干しの消化管内にある内容物の調査 北海道立理科教育センターwww.ricen.hokkaido-c.ed.jp/293seibutu_pdf/tyu/h20.../h20s_nibosi.pdf

3. 煮干の解剖 - 理科の教材をつくろう rika-kyouzai. sakura. ne. jp/kyouzai2802. html
4. 煮干しの解剖教室 (オリジナル入門シリーズ) 小林真理子 (著), 仮説社
5. 煮干しの解剖資料室 [http://www. geocities. jp/niboshi2005/](http://www.geocities.jp/niboshi2005/)

表1 解剖実習レポート評価の観点

	評価項目	自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・ 表現	観察・実験の 技能	自然事象についての 知識・理解	
1	レポートの提出形式が守られている。	0 3 5				
2	文字がていねいに、読みやすく書かれている。					
3	研究目的が自分の言葉で明確に述べられている。		0 3 5			
4	観察・実習のポイントや注意事項が解説されている。					
5	使用した薬品・器具が正確にまとめられている。			0 3 5		
6	実習方法や手順が図・写真などを使って分かりやすくまとめられている。					
7	体の各部分の名称を調べてある。				0 3 5	
8	体の各部分の特徴について、気づいたことを考察してある。	0 3 5				
9	消化器官について名称を調べてある。				0 3 5	
10	消化器官の構造について、気づいたことを考察してある。	0 3 5				
11	鰓(エラ)の数と構造、名称を調べてある。				0 3 5	
12	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
13	鰓(エラ)の数と構造について、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
14	心臓の位置と構造、名称を調べてある。				0 3 5	
15	心臓の位置と構造について、気づいたことを考察してある。	0 3 5				
16	浮き袋の位置と構造を調べてある。				0 3 5	
17	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
18	浮き袋の位置と構造について、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
19	じん臓の位置と長さを調べてある。				0 3 5	
20	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
21	じん臓の位置と長さについて、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
22	胃の内容物の種類や大きさを調べてある。				0 3 5	
23	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
24	胃の内容物の種類や大きさについて、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
25	脳や視神経の位置と構造を観察し、調べてある。				0 3 5	
26	スケッチをメモして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
27	脳や視神経の位置と構造について、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
28	目の構造を観察し、調べてある。				0 3 5	
29	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
30	目の構造を観察し、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
31	体の断面の筋肉の付き方を観察し、調べてある。				0 3 5	
32	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
33	体の断面の筋肉の付き方を観察し、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
34	骨のつくりを観察し、調べてある。				0 3 5	
35	スケッチして、分かりやすくまとめられている。			0 3 5		
36	骨のつくりを観察し、気づいたことを考察してある。		0 3 5			
37	実習について反省、感想がまとめられて書かれている。	0 3 5				
観点別総合評価			/10	/25 + 15 = 40	/10 + 5 = 15	/20 + 15 = 35

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,14,15,22,23,24,37は必修課題

必修課題のみ 3課題選択追加 1課題選択追加 3課題選択追加

解剖実習後のレポートの観点別評価項目を示す

図版



写真1 琵琶湖を戻す会による駆除大会
定期的に駆除活動を行っている。その効果は大きく、近年では超大型のブラックバスは捕獲されにくくなっている。



写真2 釣られた外来魚
大会では多くの外来魚が駆除され、箱詰めにして半冷凍で送られてくる。



写真3 解剖用に保存する
解剖に用いる魚は班人数分（4～6匹）ごとに袋詰めして冷凍保存すると配布に便利である。



写真4 解剖実習準備の様子
解剖に用いる魚は冷凍庫から出し、流水で洗って解凍し、解剖が出来る状態にする。



写真5 実習前に課題を確認
100分授業では、実習前に解剖テキストにそって丁寧に手順や課題を確認する。



写真6 魚を選ぶ（100分授業）
解剖用の魚を選び、バットに入れる。背ビレには鋭い棘があるので、手に刺されないようにつかみ方を指導する。



写真7 体長・体幅・口の大きさの測定
手順に従って、計測から始めて解剖を進めていく。実習中は汚れても良い下書き用プリントに鉛筆で記入する。



写真8 授業での解剖の演示
実物投影装置により解剖の手順を示しつつ、生徒も同時に解剖を進めていくことにより時間短縮が可能となる。



写真9 スクールサポーターによる実習補助
スクールサポーターが十分な場合は、1人で生徒2～3人の指導を担当する。少ない場合は巡回指導をおこなう。



写真10 スクールサポーターによる実習指導の様子①
大学生のスクールサポーターは班に入り、生徒の解剖実習の指導や補助をおこなう。



写真11 スクールサポーターによる実習指導の様子②
生徒が解剖実習につまずいた時は、積極的に補助をおこなう。50分授業では非常に効果がある。



写真12 インタープリターによる授業の展開
海洋教育の授業では、インタープリターによる授業の円滑な進行、説明とまとめがおこなわれる。

表2 授業後の発展課題レポート

<p>下記の課題についてレポートにまとめます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本や新聞、インターネットなどで調べて、レポートを提出してください。 ● 書式はA4版・横書きとします。→レポート用紙を後日配ります。 <ol style="list-style-type: none"> ① オオクチバスやブルーギルは、なぜ日本に持ち込まれたのか。 ② どのようにして日本国内での分布が広がったのか。 ③ 今、オオクチバスやブルーギルにはどのような問題があるのか。 ④ 他に海外から移入された動植物が問題になっている例は？ ⑤ 今、問題となっている環境問題や自然保護の課題は何か？ ⑥ 環境問題や自然保護について、あなたの考えを書いてください。 ⑦ 今回の授業やレポートを通して、あなたの学んだことや感想を書いてください。

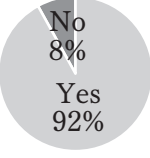
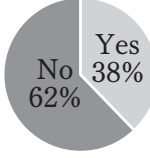
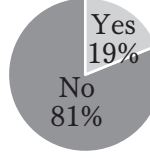
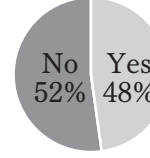
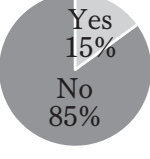
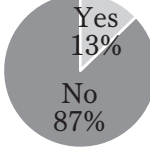
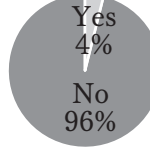
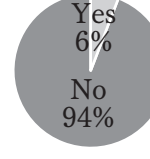
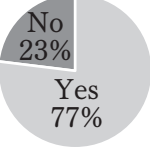
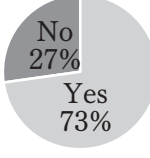
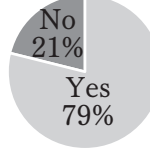
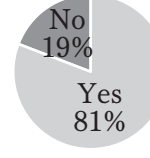
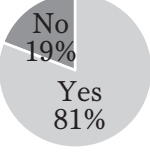
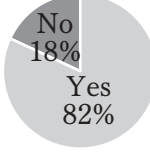
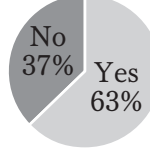
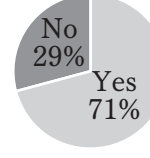
上記の課題を長期休業中(冬休みの宿題)に設定し、3年時の食物連鎖や環境の学習に関連させた。

表3 大学生の感想

<ol style="list-style-type: none"> ① 初めて魚をさわって解剖したので、とても興味深かったです。教科書で見る魚のイメージとは違って、歯は小さく沢山あり、体の大きさの割に心臓が小さいことに驚きました。また、視神経と目のつながりを発見し、小さな脳を見つけて達成感を得ることができました。 ② 高校生まで解剖実験をしたことがなく、魚の解剖は初めてでした。あばら骨は思っていたよりも硬く、キッチンバサミでの解剖は有効だと思いました。 ③ 外来魚の解剖は初めての体験で、とても面白かった。胃の中を調べ、ザリガニが丸ごと1匹入っていたことには本当に驚いた。本や教科書で知識として魚のことを覚えるよりも、解剖のように自分の目で、自分の手で触れながら学んでいくほうが生徒も教員も面白いと思った。ただ、今回は夢中になりすぎてテキストへの記入を忘れてしまうことも多かった。生徒には要所所で記録させることを意識して行わないとレポート段階まで持っていけなくなると感じた。 ④ 自分自身、イカや豚の内臓・目の解剖は高校までに経験したことがあったが、魚を使っての解剖は初めてであった。そのため、最初はレジメ通りに解剖を進めることしか出来ず、詳しい臓器の解説などをすることができなかった。しかし、2時間目以降は1時間目の反省を活かし、解剖の手順を指示し的確に出来、尚且つ、なるべく内臓がきれいに見えるような解剖のサポートを行うことが出来た。また、授業を重ねるごとに前の時間では出来なかった部位の解剖を行うことが出来、生徒たちの興味関心をより引き出せたように感じた。課題としては、説明をしている先生の話聞く際に、生徒たちの意識を目の前の作業から一旦離れさせるような指示がうまく行かなかった点である。 ⑤ 安全面に配慮しながらも生徒自身に発見させ、疑問を持たせることが難しいことを実感しました。また、生徒一人ひとりについて指導するだけでも大変だったのにこれを一人で理科実験をすることになると考えたとき、理科実験授業の安全性等の授業計画の重要性を気づくことができました。

教職を目指す大学生にとっては、解剖実習の経験や指導方法を学ぶだけではなく、実際に授業を実施する際の準備、授業のコントロール方法や授業中の配慮事項に対して認識を新たにする経験を得る良い機会になっている。①-③：東京農業大生による授業の感想。④-⑤：明星大生による授業サポートの感想。

資料1 生徒アンケート結果 (2015年度実施) 125名

授業前アンケート結果	⑬魚をさわった経験はありますか。 	⑭魚を料理した経験はありますか。 	⑯魚の切り身がどの部位なのか、わかりますか。 	⑰魚の体の部位(背ビレ・腹ビレ・尻ビレ・エラ)や名称などを知っていますか。 
	⑮魚の骨のつき方を観察した経験はありますか。 	⑰魚の鰓(エラ)を観察した経験はありますか。 	⑱魚の心臓を観察した経験はありますか。 	⑲魚の胃などの消化器官を観察した経験はありますか。 
授業後アンケート結果	②体の各部分の名称はわかりましたか。 	③解剖実習は上手くできましたか。 	④消化器官の構造を観察できましたか。 	⑤鰓の位置と構造を観察できましたか。 
	⑥心臓の位置と構造を観察できましたか。 	⑩胃の内容物を取り出し、観察できましたか。 	⑪食物連鎖の実感を実感できましたか。 	⑫外来魚が生態系に与える影響を実感できましたか。 

解剖実習により、具体的な知識の定着と食物連鎖や生態系への影響なども実感できる効果が見られる。

資料2 生徒アンケート結果 (2019年度実施) 149名

事前アンケート(2年生149名)	はい	どちらともいえない	いいえ
1. 海(川、池など)にすんでいる生き物について興味はありますか?	32%	36%	33%
2. 海(川、池など)に行くことは好きですか?	44%	38%	19%
3. 海(川、池など)はみなさんにとって大切な場所と考えていますか?	68%	27%	5%
4. 魚1匹をまるごとさばいて調理した経験はありますか。	15%	29%	56%
5. 外来生物という言葉聞いたことはありますか。	96%	0%	4%
事後アンケート(授業終了の時に書いてください)	はい	どちらともいえない	いいえ
1. 海(川、池など)にすんでいる生き物について興味は増しましたか?	61%	28%	11%
2. 今後、海(川、池など)に行った時、生き物を見たりさわったりしてみたいですか?	46%	28%	26%
3. 海(川、池など)はみなさんにとって大切な場所と考えられますか?	81%	18%	1%
4. 魚の解剖で魚の体のしくみが良く理解できましたか。	81%	15%	3%
5. 外来生物について理解は深まりましたか?	74%	21%	4%
6. 今日の授業を受けて海(川、池など)と私たちとの関係について理解が深まりましたか?	70%	24%	5%

解剖実習後には、興味や理解度が明らかに増している傾向が見られる。