

身近な観賞魚である金魚の色に着目した生物学学習

－ 金魚を通じた科学的なものの見方・考え方 －



実施担当者 東京農業大学 教職課程
准教授 武田晃治
助教 緩利真奈美
東京農業大学第一高等学校
教諭 川澄太一
一般財団法人進化生物学研究所
研究員 加納一三
研究員 蝦名 元
世田谷区立桜丘小学校
教諭 平本哲也
世田谷区立桜丘中学校
教諭 長田浩貴

1 はじめに

金魚は日本文化や歴史的にも親しみのある生き物です。東京では古くから金魚の養殖が行われ、観賞魚として様々な種類の金魚が品種改良されてきました。本申請課題では、東京の文化としてゆかりのある金魚を題材とした科学教育の振興を大目的とします。本申請が提案する教材・カリキュラムを通して子どもたちが「科学的な見方・考え方」を獲得する契機となることを期待しています。

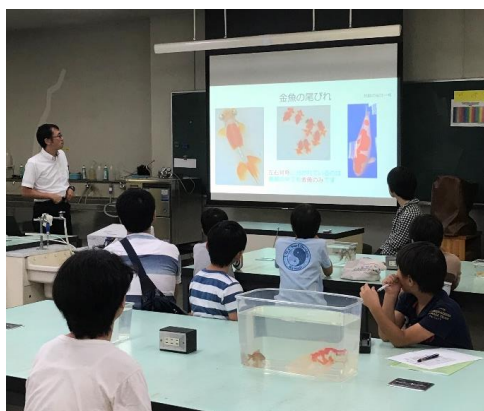
2018年度は「東京と金魚の文化・歴史」を軸にした学習活動の開発、実施を行いました。ここでは、金魚の特徴や生態について小学生、中学生、高校生の発達段階に合わせてアレンジした授業を行うことができました。開発については、理科教育学の知見をそれぞれの専門分野において活用する形式で教育内容を構成しました。本年度の学習活動として取り組んだ活動テーマおよび教育内容は以下の通りです。

学校の教育課程に組み込むことは困難でしたが、生物に強い関心を持つ子供たちを対象に、少人数の利点を生かした活動ができました。また、講義形式の授業で知識を提示するだけでなく、実際に展示場に見学に行くことや標本を作成することなどを通して、金魚を核として多様な学習活動が展開できたと考えられます。また、東京農業大学および一般財団法人進化生物学研究所の全面的な協力の下で深い専門性に裏付けられた学習を提示することができました。

活動テーマ	内容
金魚について知ろう！	金魚の種類・東京と金魚・金魚の歌・金魚のヒレの顕微鏡観察
いろいろな金魚を観に行こう！	葛飾区金町水元公園金魚展示場見学
金魚の進化を知ろう！	魚の進化と人による品種改良による違い
金魚の体の中を覗いてみよう！	金魚の骨格透明標本作製・観察
金魚の色のもとを探ろう！	金魚のヒレの色素を抽出・分離実験
金魚について調べてみよう！	金魚新聞の作製

2 科学教育授業

2-1 金魚について知ろう！



9月15日(土)14時より、東京農業大学教職課程地学・化学実験室において第1回目の授業が開催され、小学生10名と保護者が参加しました。東京農業大学第一高等学校中等部・高等学校生物部顧問の川澄太一教諭が本授業を担当しました。

6月から既に子ども達は金魚(琉金・水泡眼・ランチュウ・土佐錦)を学校で飼育・観察しており、金魚が身近な存在となっています。子ども達は毎日当番制で金魚の餌やりをやりながら、金魚の観察をしています。

本授業では、金魚の品種だけでなく、いろいろな視点から金魚を観ることを目的としました。様々な品種の金魚を、

各テーブルに並べ、観察を行いました。金魚の色には赤だけでなく、茶色や赤、青、黒があることを学びました。また、透明の鱗を持つ品種も観察し、スケッチを行いました。さらに観察の一環として、実際に観察したいろいろな金魚に触れ、子ども達は大はしゃぎでした。

パワーポイントを用いた授業では、今回展示した品種にはない金魚のさまざまな形質(背びれがないもの、眼が上を向いているものなど)や遺伝について学びました。雌雄の区別の仕方や、成長とともに各品種がどのように形質が変化していくかといったことについても学びました。

金魚は野生では生きていくことは難しく、人と共に生きる生き物です。戦争などの影響で、人が飼育することが難しくなると絶滅した品種がいました。また、金魚は日本や中国だけでなくイギリスなど様々な国で飼育されており、そこで作出された品種の形質には各国の人々の好みが反映されています。そのようなことも子ども達の知る機会となりました。

そして、金魚の色のもとを顕微鏡で観察し、色のもととなる色素細胞がどのように存在しているのかを観察から学びました。最後に、川澄教諭がギターを弾きながら金魚の歌を披露してくださいました。金魚は生物学的な視点だけではなく、日本文化や音楽にも関係していることを子ども達は学びました。

2-2 いろいろな金魚を観に行こう！



9月23日(日)に第2回目の授業が開催され、小学生・中学生・高校生を合わせた計17名と保護者が参加しました。今回も東京農業大学第一高等学校中等部・高等学校生物部顧問の川澄太一教諭が解説を行いました。

金魚の生産地である東京都の水産試験場では、以前は金魚の品種作出や養殖方法・病気についての研究が行われていました。現在は、埼玉県

の水産試験場がその研究を引き継いでいます。

私達は、もともと東京都水産試験場があったところにある、金町水元公園金魚展示場に見学に行きました。ここでは、各学校で飼育している「江戸錦」が作出された場所でもあります。また、ここでしかみることのできない「銀魚」やアルビノの金魚である「江戸茜」も観察しました。子ども達はこれまで見たことのないいろいろな種類の金魚に興味深く観察していました。さらに、金魚の飼育施設だけでなく、稚魚のときに与えるミジンコを育成するための池も見学しました。

金魚展示場では、卵から金魚を育てています。エサのやり方や、水の管理方法など、養殖の方法についても学びました。

2-3 金魚の進化について知ろう！



10月28日（日）、第3回目の授業では、東京農業大学「食と農」の博物館と進化生物学研究所において、進化生物学研究所の加納一三研究員による「魚の進化と人による品種改良」というテーマで授業が行われました。19名の小学生と3名の中学生、計22名の子ども達と保護者が参加しました。

金魚という魚の祖先となる古代型魚類を研究所内で実際に観察し、実物を通して魚の進化を学びました。そして、今日私たちの身近に見られる様々な金魚は、自然選択的に進化してきたのではなく、人為選択による品種改良であることを学習しました。子ども達は普段見ることのできない魚に興味津々で、中には自主的に古代型魚類の特徴をスケッチしている子ども達がありました。

2-4 金魚の体の中を覗てみよう！

12月21日（金）に東京農業大学第一高等学校中等部・高等学校生物部の部室において、標本の歴史と骨格透明標本作製に向けた工程や原理などのレクチャーを行いました。本実験は、進化生物学研究所の蝦名元研究員が指導を行いました。

体に特徴のある品種を数種用いて標本作製実習を行いました。まず初めに、500円玉程度の金魚（琉金・ランチュウ・土佐金・コメット）を炭酸水素ナトリウムで麻酔しました。その後、10%ホルマリン液で数日間、金魚のタンパク質を固定した後、ホルマリンを除き、100%エタノールで脱水を行いました。次に軟骨染色液での処置後に中和を行い、タンパク質分解酵素で金魚の透明化を行いました。そして現在、硬骨染色液での処置後に、0.5%水酸化カリウム水溶液に置換することでさらに透明化をしています。今後は0.5%水酸化カリウム水溶液：グリセリン=3：1の割合の混合液で置換し、その後1：1、1：3の割合の混合液に漬けていくことで徐々にグリセリン濃度を上げ、最終的に100%グリセリン液で置換していきます。最後にウロコを取り、チモール（防腐剤）を少量添加し、金魚の骨格透明標本を完成させる予定です（標本の状況により工程の順番は変更）。



標本が完成した後は、東京農業大学第一高等学校中等部、校成学園女子中学高等学校などで「いろんな形の金魚のひみつ！」をテーマとして、標本を活用した授業を行い、人間と同じ脊椎動物である金魚の骨格から魚の体のしくみと品種改良による多様化と骨格について理解を深めていきます。

2-5 金魚の色のもとを探ろう！



一般的な琉金の色

一般的な土佐金の色



色の薄くなった琉金

色の薄くなった土佐金

各学校では6月より金魚（琉金・水泡眼・土佐錦）の飼育観察を始めました。また、餌には金魚の色のもと（色揚げ成分）の少ない餌（咲ひかり育成）を与えました。飼育当初に比べ少しずつですが、体色が赤から薄いオレンジ色へと変化してきました。当初は、早く色が変化すると考えていましたが、すぐには色が薄くなりませんでした。また、金魚の品種によっても色の変化のやすさに違いがあることがわかってきました。今回飼育中の金魚では、土佐金の体色が薄くなりやすいことがわかってきました。

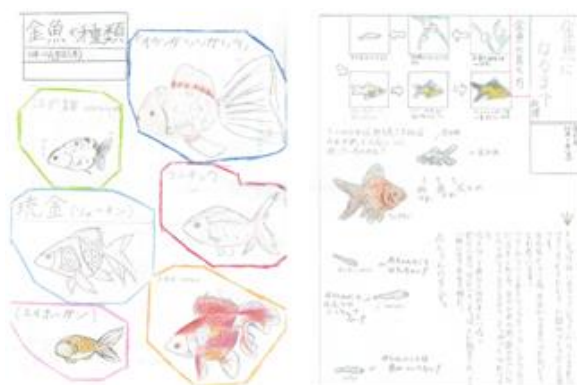
12月に入り、金魚の体色が薄くなってきたところで、色揚げ成分の多い餌（咲ひかり朱雀、KYORIN CO., LTD）を与えていく飼育試験に入りました。この飼育試験により金魚の体色がどのように変化していくかを確かめています。

本年度は予備実験として、色揚げ成分の少ない餌と多い餌から色素を抽出し、薄層クロマトグラフィーによる比較を行いました。色揚げ成分の多い餌からは、β-カロテン、クロロフィル a、アスタキサンチンのバンドが観察されましたが、色揚げ成分の少ない方ではクロロフィル a、アスタキサンチンのバンドが観察されました。またスペクトル測定からもこれら色素特有の波長が、色揚げ成分多い餌から検出できました。今後は、体色変化の見られた金魚のヒレと色揚げ成分の多い餌から色素を抽出し、薄層クロマトグラフィーやスペクトル測定により比較解析を行う予定です。

2-6 金魚について調べてみよう！

桜丘小学校では、理科委員会の時間を使って子ども達が金魚について疑問に思ったことを2人組に分かれて調べ学習を行いました。その成果は、金魚新聞として金魚の色や形をしっかりとらえた詳細なスケッチが描写された「金魚の種類」や「金魚になるまで」をテーマにした『金魚新聞』が完成しました。また、桜丘中学校では社会科の授業で、「金魚からみる江戸文化」というテーマで特別授業が行われました。

<金魚新聞>



<社会科；特別授業>



3 まとめ

冒頭で述べたように、本研究課題では実際に子ども達が多様な経験を通して、生物にふれあい、その不思議さや神秘に科学的にアプローチすることができました。その際には子ども達自身の発見や試行錯誤の過程を大切に丁寧なプロセスを踏むことを重視しました。

子ども達は学校で行われる理科教育の枠組みを超えて、「金魚」という身近な生物から、その歴史、生物学的特徴まで幅広く学ぶことが出来たと思います。但し、課題として授業では教師や講演者の視点からの学習活動の提供となり、子ども達自身が自ら活動する機会を今回は提供することが出来なかったという点があります。学校生活の事情や時間、人員の問題などありますが、今後は子どもたち自身が自ら働きかける学習活動を増やしていきたいと思います。

近年、協働的なアプローチの授業スタイルが求められています。本研究課題のように少人数で専門家と直にコミュニケーションを行いながら進めていくスタイルはまさに新しい教育課題に当てはまるものと考えられます。OECDが提起する「自律した学習者」の育成に向けて今後も科学教育の立場から進めていきたいと考えています。

謝辞

本研究は、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の助成により行いました。ここに感謝の意を表します。