

●教科・領域●

生物多様性のための環境保全の態度を育成する理科教育

外来生物を教材とした実践を通して

沖縄県 宜野湾市立宜野湾中学校（校長 山内一秀）

- ① 身近に存在する多くの外来生物を題材とした教育実践はあまり行われていない。
- ② サイエンスクラブの生徒の理科自由研究で、授業時間外の多くの時間をかけて外来生物について調べた。研究の成果が上がると、生徒の自己有用感や研究意欲も高まった。
- ③ 沖縄県における外来生物に関する講話（1学年）と理科授業（2・3年）を実践した。講話は外部講師に依頼し、授業は理科教諭作成による外来生物教材を使用した。
- ④ 生徒は外来生物への対策案を立てることができ、授業と生活とが結びついた実践となった。
- ⑤ 外来生物については、総合的な学習の時間の中で、探究活動として取り組むと、生物保全に向けた人材育成につながると考える。

宜野湾市は、沖縄本島の中部沿いにあって、県都那覇市より北12kmに位置し、総面積19.70km²である。市の中央部には普天間米軍基地があり、基地は全市域の33%を占めている。気候は亜熱帯であり、夏から秋にかけて台風の襲来も多い。

歴史的には、明治12年の廃藩置県後、県立農事試験場、郡教育部分事務所、郡部唯一の小学校などの官公署が多く設けられ、本島中部の政治・経済・教育・文化の中心として活気を呈していた。沖縄戦においては、破壊的な戦災を被り、市域の主要部分に米軍基地が接收され、現在に至る。

近年では、西海岸沿岸の地域開発が進められ、商業地帯の整備が行われている。

宜野湾市に位置する宜野湾中学校は、平成27年に創立30周年を迎える、生徒数は700名を超える規模の学校である。

I はじめに

沖縄県は亜熱帯地域に位置しており、そこには生物が多様に存在している。しかし近年、この多様性が崩れ、固有の生物数が減っている。

生物数の減少の理由には環境破壊など色々な要因があるが、その一つとして外来生物の移入もあげられる。環境省は侵略的外来生物を位置づけ、外来生物による被害とその対応を周知している。このような自然環境の中で、残念ながら外来生物を対象とした環境保全は、中学校理科教育課程には具体的に位置付けられていない。

学習内容（外来生物の位置づけ）に加えて、授業における生徒の体験的な活動も沖縄県では減りつつある。

平成19年から全国学力・学習状況調査

が実施された。沖縄県中学校の学力調査結果は、開始以来、毎年全科目で最下位となっている。理科においても同様な結果で、過去2回全国最下位となっている。

そこで、沖縄県の教育施策では学力の向上が喫緊の課題となっている。このような中、学校現場は学力調査のポイントをあげるために、ドリルや学力テスト対策補習が増え、正規の理科授業での発展的・体験的な学習活動が減っているように思われる。

理科学習における外来生物の位置づけと沖縄における授業スタイルの変容から、外来生物を身近なものとしての学習の必要性を感じる。また、よりフィールドに近いかたちでの体験的な学習活動により、外来生物を理解させ、沖縄県の生物多様性と環境を守るための態度の育成を目指した教育活動が、これからの人材育成に必要であろう。

II 研究の方法と目的

本研究の目的は前述のとおり、沖縄県で生物多様性を維持できる環境を守る態度の育成である。環境を守るといっても、自然をありのままに保護し、人間と野生生物が棲み分けることを意味しているのではない。世界中において人間活動は避けることは出来ない。そこで、人間活動を維持し、人間と野生生物が共存できる環境を造ることが、環境を守ることを意味している。

(1) 研究の方法

- ① 宜野湾中学校理科教員が実際にフィールドにて外来生物について調べ、その存在の確認と写真収集などの調査結果から授業で使う外来生物教材を開発する。
- ② 教師の作成した教材で授業実践を行う。
- ③ 外部講師を招聘し、外来生物に関する

講話をを行う。

- ④ クラブ活動で、外来生物についての理科自由研究を行う。
- ⑤ 教育実践後、生徒アンケートより実践を考察する。

(2) 研究の目的

- ① 外来種をテーマとした、動画や画像を盛り込んだ教材を作成する。
- ② 生徒に外来種の特徴とその被害を理解させる。
- ③ 外来種による被害を広げないための人間生活のあり方を生徒に提案させる。

III 教育実践

1. クラブ活動による理科自由研究

(1) アメリカハマグルマのアレロパシー

地域には、外来種のアメリカハマグルマ *Sphagnumcola trilobata* の群生がいたる所で見られる。

このアメリカハマグルマは、新しい土地で他の植物の成長を阻害する物質を出しており、その効果をアレロパシーと呼んでいる。このアレロパシーについて、サイエンスクラブの生徒が理科自由研究を進めた。



◆ 抽出液作成のようす

研究結果の概要を以下にまとめる。

〔生徒の研究結果〕

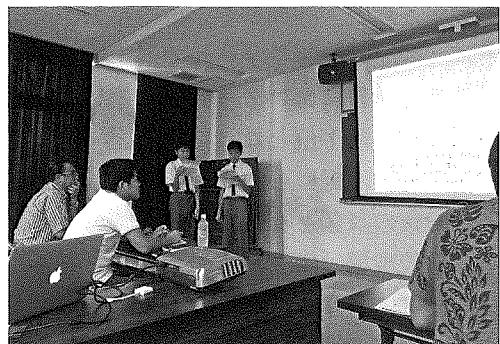
- ① アメリカハマグルマの根の抽出液と水道水とで、カイワレダイコンを育てると、根の抽出液の成長は悪かった。
- ② アメリカハマグルマの根・茎・葉・花の各器官の抽出液でカイワレダイコンを育てると、根の抽出液の方の成長が一番悪かった。この結果から、他種植物への成長阻害物質を根から出すことにより、そのエリアでのアメリカハマグルマの優先度（被度）を上げることができると考える。
- ③ アメリカハマグルマが自生している土と自生していない土でカイワレダイコンを育てると、自生している土のカイワレダイコンの成長は悪かった（下の写真）。この結果から、アメリカハマグルマが根から出す成長阻害物質は土に残留していることが分かった。



◆ アメリカハマグルマの有無による
カイワレダイコンの成長

この自由研究の結果を生徒たちは、琉球新報サイエンスクラブの研究発表会と超異分野学会・沖縄分科会で報告した。

また、自由研究のコンクールにおいて、中頭地区科学作品銀賞、沖縄県科学賞作品展優良賞を受賞した。



◆ 学会発表のようす

(2) 沖縄島における在来魚と外来魚の種間競争

沖縄県ではかつてミナミメダカ *Oryzias latipes* var. に属するリュウキュウメダカと呼ばれる在来魚がいたる所で見られた。

しかし近年、外来生物であるワイルドグッピー *Poecilia reticulate* やカダヤシ *Gambusia affinis* がメダカに代わってよく見られ、リュウキュウメダカは野外ではほとんど見られなくなった。

外来生物であるカダヤシは、特定外来生物に指定されており、その調査や飼育に関しては、環境省那覇自然事務所の許可を得て、研究を進めた。

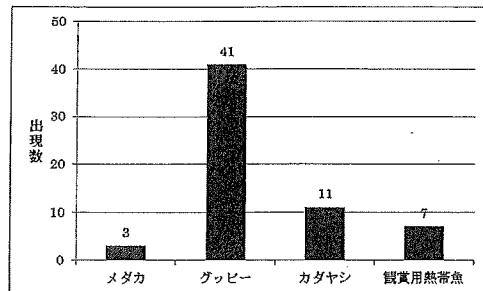
在来のメダカと外来生物をテーマとした生徒による研究結果を簡単に以下に記す。

〔在来魚と外来魚の種間競争〕

- ① 沖縄島88ヶ所の川、池、湧水などに生息する魚を調査すると、メダカは3ヶ所、グッピーは41ヶ所、カダヤシは11ヶ所確認できた（グラフ）。
- ② メダカーグッピー（15匹ずつ）、メダカーカダヤシ（15匹ずつ）、グッピーーカダヤシ（15匹ずつ）の3グループを、それぞれ水槽で5ヶ月間飼育した。その結果、水槽内のメダカは絶滅した。この結果から、野外でもメダカは

外来生物との生息地やエサをめぐる競争に負けた結果、メダカの生息数が減ったと考える。

- ③ メダカはカダヤシやグッピーに尾ひれをかじられて、泳ぐ能力が低くなっていた。
- ④ メダカは卵を産んでいたが、その卵は食べられているようである。
- ⑤ メダカが確認できた地域は沖縄本島北部の自然が残っている地域で、人間活動が行われている地域では外来魚が広がっていた。



◆ グラフ：魚の出現数



◆ 野外調査のようす

このグループも自由研究の成果を琉球新報サイエンスクラブで発表している。次年度、沖縄生物学会での研究成果の発表も検討中である。

また、自由研究のコンクールでは、中頭地区科学作品展金賞、沖縄県科学賞作品展

優秀賞、沖縄県青少年科学作品佳作を受賞した。

2. 総合学習での講演会

日時：2015年10月5日（火）5校時

教科：総合的な学習の時間

場所：宜野湾中学校 多目的ホール

対象：宜野湾中学校1年生（220人）

講師：吉岡由恵

（沖縄県地域環境センター）

講話の流れ

- ①沖縄諸島の位置と地理的な歴史の説明
- ②沖縄の固有生物の数とその説明
- ③外来生物の説明とその被害
- ④特定外来生物の説明
- ⑤外来生物対策の意見交換
- ⑥講師への質問

講演会のようすは、生徒は多目的ホールの床に座り、講師の話を聞いていた。

講師はプレゼンテーションソフト（Microsoft Power Point）で講演内容を作成し、その画像をホール壁に映して、外来生物についての講話を全生徒の前で行った。

講演会前半の生徒は、1年生全員のなかで恥ずかしいためか、講師の質問に対して、



◆ 講演会のようす

積極的な発言は少なく、講師の話を静かに聞いていた。後半になると緊張が解けて、講師へ「外来生物は駆除され減っているのですか。」など質問も積極的に行っていた。

この講演の中で、講師が「外来生物って知っていますか。」と質問したところ、知っていると挙手した生徒は1割もいなかった。後述する3年生理科授業では、外来生物を知っている生徒は7割以上もいた。

3. 2年生理科授業

時期：2015年10月下旬

教科：理科

単元：動物の生活と生物の変遷

場所：宜野湾中学校 理科室

対象：宜野湾中学校 2年生 6学級
(235人)

授業の流れ

- ①沖縄諸島の位置説明
- ②沖縄の固有生物の説明
- ③外来生物の説明とその被害
- ④外来生物対策のディスカッションと
その発表

中学校第2学年理科「動物の分類」を学習した後に、本授業実践を入れた。中学2年生では動物のからだの各器官のはたらきを学習した後、動物の分類の学習を行い、動物の進化について大まかに学習する。



◆ 教材画像 (マンガース)

教材は、理科教師がフィールドで収集した外来生物の画像などを理科室前方のモニターに映し出し、授業を進めた。

日常の理科授業での実践なので、先述した講演会とは異なり、生徒は活発な意見を出した。生徒は外来生物の具体例をあげたり、外来生物による被害の発言も多く出た。生徒のこれらの発言はメディアからの影響がかなり大きくあると感じられた。

さらに、授業を進める中で、どのようにして外来生物が沖縄にやってきたのかなどの疑問も生じていた。



◆ 授業場面 (発表)

4. 3年生理科授業

時期：2016年2月下旬

教科：理科

単元：自然と人間

場所：宜野湾中学校 理科室

対象：宜野湾中学校 3年生 6学級
(239人)

授業の流れ

- ①メダカ、グッピー、カダヤシの観察
- ②沖縄諸島の位置説明
- ③沖縄の固有生物の説明
- ④外来生物の説明とその被害
- ⑤特定外来生物の説明
- ⑥沖縄におけるメダカと外来魚の種間競

争の説明（理科自由研究結果紹介）

⑦外来生物対策のディスカッションとその発表

3年生の授業では、より具体的な外来生物を提示するために、理科クラブが行った自由研究の結果を教材の一部にした。

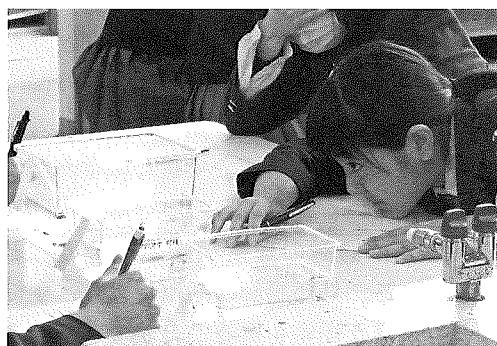
沖縄でよく見られるグッピーは、もともとその土地に存在しなかった生物で、それがもともといたメダカの生息を脅かしている事例から外来生物の学習を進めた。

授業冒頭に、メダカ、グッピー、カダヤシを観察させ、その種名の同定を出題した。3種とも同定できた生徒は10.0%で、1種も同定できない生徒は6.7%いた。

この結果は、生徒は日常でみられる生き物をあまり理解していないように思われる。しかし、3年生だけあって外来生物に知っている生徒は7割以上いた。

外来生物は人間の活動により、地域外から持ち込まれている。カダヤシはボウフラ駆除のため、マンゴースはハブ退治のために意図的に沖縄に移入させた歴史がある。

外来生物は多様な害を引き起こすので、そのイメージは良くない。しかし、これらの歴史から外来生物には、侵略の罪はないことを生徒は学習した。さらに、ペットの野外放出に起因する外来生物もあり、ペットの扱い方にも授業ではふれた。



◆ 種の同定のようす

IV 生徒アンケートとその考察

1. クラブによる理科自由研究

ここで、教育実践後の生徒の感想より、本研究実践への考察を進める。

クラブ活動で、理科自由研究を行った生徒は、以下のような感想を寄せている。

【生徒感想（サイエンスクラブ）】

生徒A：自分たちでやった研究についてだれよりも詳しくなるから、時間ががあれば、もっとたくさんのこと調べて、すごい作品にしたいなと思った。

生徒B：発表することは苦手ですが、発表する機会を設けてくれたことに感謝しています。この経験は今後生きてくると思います。

生徒C：研究の中で、研究したアレロパシーのことやその他自然のこと、外来生物のことなどを知ることができました。そして、研究の中で、一緒に研究をした仲間たちと絆を深めることができました。仲間と一緒に何かをする楽しさを知りました。

生徒Aは自由研究を終えて、「もっと研究をしたかった」とコメントしている。未知の領域を研究することは、その領域の知識は一般生徒よりも高くなる。それは生徒の自己有用感につながった。

さらに、新しく獲得した知識を基にさらなる疑問が生じ、新たな研究を生徒は希望している。授業外のクラブ活動の有効性を示したコメントと捉える。

理科クラブの生徒は一般的な生徒に比べて、大人しい生徒が多い。このような生徒

は、人前で話すことが苦手な傾向にある。

今回、クラブ活動の教育実践では、自由研究の成果を地元新聞の発表会や学会での発表にエントリーした。これらの発表体験を受けての感想が生徒Bの感想である。生徒Bは、「発表の経験がこれから活きてくる」と述べている。人前で話すという苦手なことを、ましてや、学校外の知らない人が大勢いる場での発表が、この生徒に大きな自信を与えたように思われる。

今回、理科クラブによる2つの理科自由研究は、1テーマに対して数名で取り組んだ。生徒はグループで研究を進めた。生徒Cはグループ活動による充実感をコメントしている。授業外でのグループ活動の教育効果がここでも示されている。

なお、今回クラブで理科自由研究をした生徒のうち3名の生徒が、自由研究の成果を実績にして高等学校を推薦で合格することができた。このことからも、他者がなかなか取り組まない外来生物に視点を当てた理科自由研究の価値があるのではないかと思われる。

2. 総合学習での講演会

講演会での講師の話を聞いた生徒の感想を以下にあげ、これらの感想から、本研究についての考察を進める。

〔生徒感想（講演会）〕

生徒D：私は、外来生物は「いいもの」かなと思ったけど、全然違った。（中略）アマミノクロウサギとか他の県の生物も大切にしないといけないと思った。
生徒E：東京都でも「多摩川」「アマゾン」で「タマゾン」という名で有名になっています。

生徒F：外来生物が菌を持っている。

生徒G：雑種のハブなどを退治する薬がないことが分かりました。

生徒Dの感想からもあるように、中学1年生段階では外来生物を知っている生徒は少ない。この感想が講演会における外来生物を知っている生徒の挙手数の少なさを示している。日常生活で、メディアから多様な情報を得ている生徒は、その情報の一つとして外来生物の存在を知っている生徒もいるだろうが、中学1年生ではそうでないが多数である。

のことから、学校教育において、外来生物を学習内容として扱ってもよいのではないかと考える。

その理由として、現在の生徒の生活空間には多くの外来生物があふれている。学校の学習が日常とリンクし、日常生活をより良くするものの一つとして外来生物の学習が考えられる。さらに、生徒Dは鹿児島県奄美地方の在来種アマミノクロウサギの減少について言及し、また、生徒Eは東京都の多摩川における外来種について述べている。この両者の感想から、沖縄県での外来生物の学習を通して、他地域の生物の様相についても生徒は考えることができた。

生徒Fは、外来生物がその土地に元々なかった菌を持ち込んでくることを書いている。また、生徒Gは沖縄在来のハブと他地域から移入されたタイワンハブとの雑種の毒に対する血清について述べている。

両者とも、この講演会で新たに学んだことを書いている。これらの学びは、専門家である外部講師の豊富な知識がその源となっている。外部講師の活用により、生徒はより豊富な知識を得ることができたと考える。ここに外部講師の有効性を示唆する。

3. 2年生理科授業

次に、2015年10月下旬に行った2年生理科授業後の生徒の感想から考察を行う。

〔理科授業の感想（2年生）〕

生徒H：初めて分かったことがたくさんあったから、生物について興味を持ちました。

生徒I：沖縄には固有種が多いと聞いたときは、ビックリしました。

生徒J：外来生物は人によって連れて来られ、沖縄に元々いた動物を食べてしまう事が分かった。

生徒Hは感想の中で、「生物について興味を持ちました」と記述している。理科の学習を通して生物に興味を持ち、この興味は学習を発展させることに期待できる。これは、理科自由研究の生徒Aの感想同様で、一つの学習成果が、さらなる学習成果を期待させる。

さらに、別の生徒は「危険な動物も知れたりし、楽しかった」とコメントしている。他にも「今日も授業はいつもと違ってて、少し緊張したけど、色々な事を学ぶことができてうれしかったです」ともあった。

この外来生物の教材は、生徒への理科学習への関心を高めることに成功していると考える。

生徒Iは外来生物についてではなく、固有種についてコメントしている。外来生物の学習から、地域固有の生物と沖縄県の特異性を見直すことができたと考える。

生徒Jは、外来生物がどのようにして沖縄に移入されたかについて書いている。沖縄県ではハブやカの駆除のために、マンガースとカダヤシが人為的・意図的に沖縄に持ち込まれた。このケースの生物の移動

は、外来生物自体も望んでいない可能性もある。この生徒Jの感想には、良かれと思って生物を外国から持ち込んだ人間のあさはかさと新たな土地で駆除の対象となった外来生物への配慮が入り混じっていると思われる。

2年生理科授業後の生徒アンケートでは、「分かったこと」を書く項目を入れた。この項目の中で、外来生物がどのような理由でどのような手段で地域外から持ち込まれたかを書いた生徒は、71.9%にのぼった。

1年生の全学年対象の講演会と異なり、教材の内容を教師が自由に設定することにより、外来生物の移入原因を理解することができた生徒が多くなった。

4. 3年生理科授業

3年生の授業のスタートで、メダカ、グッピー、カダヤシの種の同定を生徒にもらった。その結果、3種とも同定に成功した生徒は10.0%、3種不正解は6.7%となっていた。

一番同定に成功していたのはメダカで、73.3%であった。この結果は興味深い。生徒は日常ではメダカをめったに見ることはできない。沖縄の自然ではメダカの生息域はかなり狭まっている。宜野湾中学校区と宜野湾市内には野生のメダカは存在しない。このような現実世界で生活している中学生のメダカの同定率が一番高いのは、学校の理科授業に起因すると考える。

中学生は小学校5年生でメダカの発生について学習する。そこで、メダカを目の当たりにし、その記憶が残っていると思われる。筆者はこれらの3種の魚を地域の小学校6年生に見せ、「メダカはどれでしょう」と質問したところ、ほとんどの児童が正答

していた。

中学3年生の授業後に「外来生物について理解できたか」という質問内容に、「よく理解できた」「すこし理解できた」「あまり理解できなかった」「全然理解できなかつた」の4択で回答してもらった。

その結果は「よく理解できた」88.0%、「すこし理解できた」12.0%となり、「あまり理解できなかった」「全然理解できなかつた」の両者は0.0%であった。

生徒の外来生物に対する知識は、メディアを通した範囲のみである。今回の授業実践を通して、外来生物について授業で学習することにより、外来生物についての新たな知識が多くふれた結果が、この回答の数値となったと考える。

また、3年生理科授業では、具体的な在来生物・外来生物とその観察を行ったので、外来生物についてより掴みやすい教材となつたと思われる。

この授業を生徒に「とても良かった」「まあまあ良かった」「あまり良くなかった」「全然良くなかった」で評価してもらった。

生徒の評価は「とても良かった」96.0%、「まあまあ良かった」4.0%、「あまり良くなかった」「全然良くなかった」は0.0%となっていた。生徒はこの授業を肯定的に評価していると思われるが、その根拠についてはアンケート内容に入れてないため、生徒の肯定的評価の原因は特定できない。

しかし、生徒Hのコメントの中で、「初めて分かったことがたくさんあったから」とあり、3年生も新しい知識にふれることができたので、授業を肯定的に評価したと推察できる。

生徒の分かったことの記入を見ると、「生態系がくずれる」と書いた生徒が36.7%いた。この授業は、単元「自然と人間」の最

終でおこなった。この単元で、中学生は生態系について学習する。授業コメントで、生態系が出てきたことから、中学生は以前に学習した内容である生態系という視点を通して、外来生物を位置付けている。

のことから、外来生物に関する授業は単元「人間生活と自然」に入れるのが一番よいと考える。

5. 外来生物対策

本研究の目的は、沖縄の生物やその多様性について、外来生物を通して考えることである。

そのため、外来生物対策をどのようにするか、全教育実践後に生徒アンケートを採った。その結果を以下に紹介する。

〔外来生物対策〕

生徒K（1年生）：飼っているペットを捨てない。

生徒L（1年生）：好きな食べ物でおびきよせ、わなを仕掛ける。

生徒M（2年生）：外来生物を見つけた場合は、その外来生物を担当しているところに連絡する。

生徒O（3年生）：外来生物の施設をつくり、そこで飼育する。

生徒Kのように、ペットを最後まで飼うという意見は1年生で、28.0%いた。

元来ペットだったものが、外来生物としてその地域に定着しているケースがあり、人間の愛玩動物への態度への見直しを提案している。

また、生徒Lは、罠を仕掛けて殺処分を書いている。この殺処分は沖縄ではマンガース対象に広く行われており、実生活でよく見聞きする方法をあげている。

このような罠（下の写真）について言及している生徒も多くいた（28.0%）。



◆ マングース用の罠

2年生に外来生物対策を提案させると、「ペットを捨てない」は21.2%で、1年生より若干低くなっている。

「罠を仕掛ける」に関しては3.0%とかなり低くなっている。

2年生においても、人間が愛玩動物をいたわることが、外来生物対策になるとを考えている。また、外来生物は不本意なかたちで他地域に移動させられたことを考慮して、罠対策が減ったのではないかと考える。

2年生の外来生物対策で登場したのが、生徒M「専門機関への通報」であった。このことは、外来生物は単なる生物ではなく、特定外来生物など特別に扱うことを義務とする種も存在するので、その規則に則った行動をとることを得策としているようだ。

3年生になると、1・2年生より幅広い外来生物対策が出ている。

生徒Oは外来生物を殺処分するのではなく、在来生物との棲み分けを目的とした施設内で外来生物の命を守ることを提案している。その理由は、外来生物が人為的に沖縄に持ち込まれ、彼ら（外来生物）にはその責任はない、と判断したためと思われる。似たような対策案として、「元の国へ帰す」もあった。

3年生では、地域の在来生物や人間活動のみでなく、外来生物に立場になって枠を広げた意見も50.0%出ている。

V 研究のまとめ

本研究では外来生物を題材とした、自由研究、講演会、理科授業の教育実践を行ったが、その成果としては、以下の点があげられる。

- 外来生物に関する知識を生徒は得ることができた。
- 沖縄の固有種とその希少価値について理解できた。
- 外来生物への対応策と一市民としての在来生物の保全について考えることができた。

他方、本研究での課題も残った。

サブテーマである外来生物にフォーカスが当たりすぎて、沖縄県の生物多様性への理解と関心が弱かった。外来生物を通して、生物の多様性の学習を目的としていたのだが、外来生物で教育実践に終始していた感は否めない。外来生物の教材と生物多様性との関連の見直しが迫られる。

本研究から外来生物（生物多様性）の教材のさらなる可能性も見えてきた。今回の研究では教育課程内の理科授業での実践を中心であったが、教科：総合的な学習の時間において、生徒に探究活動としての外来生物や生物多様性についての授業を行えば、生徒にとってより知的活動が可能になると期待できる。

これは、今後の沖縄の自然保全を担う人材育成の一助ともなるであろう。

（研究主任：比嘉俊）

[現：琉球大学教育学部]