

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350259

研究課題名(和文) 亜熱帯地域の身近な自然環境を題材とした理科教員のための自然学習プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of training programs for science teachers understanding the immediate natural environment of subtropical region

研究代表者

杉尾 幸司 (Sugio, Koji)

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号：20433089

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：亜熱帯地域の身近な自然環境を題材とした理科教員のための学習プログラムを開発するために、教材として活用可能な動物についての調査研究を実施した。具体的には「身近な海辺に生息する動物の教材化」の材料として、潮間帯上縁部の満潮でも水没しない地点に生息するコンペイトウガイ、潮間帯に生息する身近な二枚貝のヒメアサリとイソハマグリ、さらに「身近な亜熱帯林に生息する動物の教材化」の材料として、身近な緑地に生息する土壌動物を対象に調査研究を行った。調査の結果、対象とした動物が教材として活用可能であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：I carried out researched to develop training programs for science teachers understanding the immediate natural environment of subtropical region. The investigation was carried out about shellfishes, which inhabited the imminent sea coast for becoming it the teaching materials of the animals inhabiting imminent subtropical beach. The shellfishes for the investigation were Echinus cumingii spinulosus, Ruditapes variegata and Atactodea striata. E. cumingii spinulosus is a sea snail and inhabits the place that is not buried in water even the high tides in an intertidal zone. R. variegata and A. striata are common bivalve inhabiting the beach. Furthermore, I investigated the soil animals which inhabited the imminent green space for becoming it the teaching materials of the animals inhabiting imminent subtropical forest. As a result of the investigation, it was revealed that the animal was available as the teaching materials.

研究分野：科学教育

キーワード：生物教育 理科教育 自然学習 教師教育 亜熱帯 沖縄県

1. 研究開始当初の背景

この度の学習指導要領改訂では、「理科教育の充実」という基本方針から、算数・数学、理科の授業時数が増え、内容の充実が図られた。それに伴って、昭和 52 年の改定以来削減され続けて来た理科の授業時数は、増加に転じるようになった。

そのため、学校現場にはこれまで以上に、児童・生徒の科学や技術に対する学習意欲や興味・関心を高めると共に、科学的な思考力や判断力、表現力の育成を重視する理科教育の実践が求められている。このような教育実践を実現するためには、理科を担当する教員の資質能力をより改善することも必要であろうし、教員が効果的に授業を進めるための一助となる有用な教材等の開発などの教育環境の支援・改善への取り組みも重要となるであろう。

先日公表された「平成 24 年度全国学力・学習状況調査」では、沖縄県の理科の成績は全国最下位で、正答率が全国平均より低い設問ほど無解答率も高いという傾向が見られた。沖縄の低学力の要因は複雑で単純化することができない(志水・高田、2012)が、全国平均正答率との比較によって気になる問題もいくつか明らかになった。

中学校理科での内容について領域別での正答率を比較すると、全国平均との乖離が最も顕著だったのが、「生物的領域」で、全国平均正答率が 50.7%であるのに対して沖縄県の平均正答率は 38.6%、その差は 12.1%であった。生物領域は、他の領域に比べて比較的理解し易いと考えられていたため、沖縄県の教育現場では、この結果への戸惑いが広がっている。

この結果が生じた原因の一つに、身近な自然体験の不足が大きく影響しているのではないだろうか。自然に恵まれているイメージが強い沖縄県であるが、県人口の 80%は沖縄本島の中南部に集中しており、この地域の人口密度は北九州市より高い。さらに、特に人口の集中している那覇都市圏では、三大都市圏並みの人口密度に達しており、学校や子ども達の生活環境はコンクリートで覆われた人口密集地帯にある。そのため、子どもだけでなく教師(特に若い教師)も自然環境を理解するための直接体験が不足している状態にある。

また、沖縄県の自然環境の特殊性も考慮する必要がある。「生物的領域」の設問には、「チューリップの開花と温度との関係を考察させる問題」や「カエルの特徴や成長に応じて飼育の環境を整えた理由を説明させる問題」などが含まれているが、これらの生物は、他府県と比べると沖縄の子どもには身近な存在ではない。

チューリップは、一定の低温期間を経ないと開花しない寒冷地植物なので、沖縄での栽培に向かないため校庭の花壇等に植えられることはほとんどない。そのため、実際に開

花しているチューリップを見たことのない児童・生徒は多いのではないだろうか。また、多くの学校や子ども達の生活環境はコンクリートで覆われているため、オタマジャクシの成長を観察できる池なども少ない。農村地域においても、サトウキビが基幹作物となっているため、水田等が見られる場所はまれである。

そのため、沖縄の身近な自然環境には馴染みの薄い生物が設問に登場した影響も正答率の低下に影響を与えた可能性がある。

中学生であれば、仮に馴染みのない生物が対象であっても、修得した知識を活用して設問に正解できることが望まれるが、そのためには身近な自然への理解と体験の充実が不可欠であろう。

自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図ることは、今改定での小学校理科での目標の重要項目である。中央教育審議会の答申内容を踏まえた「改定にあたっての基本的な考え方」にも、「生徒の自然体験などの不足が課題になっており、科学的な体験や自然体験の充実を図ることに配慮し改善を図る」ことが明示されている。

この様に、身近な自然体験を通して、多様な生物の営みについて実感を伴った理解を図ることは、自然環境を理解するために重要であると考えられているが、自然生態系を構成する要素は多様であるため、断片的な知識の学習を繰り返しても容易に理解することができない。この問題は、小中高の理科教育においても認識されており、実感を伴った理解のためには自然観察学習を通じた直接体験が重要であると考えられている。

身近な自然環境を対象とした野外観察を効果的なものとするためには、優れた学習教材が必要である。国内の他の地域とは異なる亜熱帯の自然環境にある沖縄県にとっては、このことは特に重要な意味を持つ。

本州に生息する動植物を中心に構成された一般的な教科書や参考図書等は、身近な生き物を観察する際に利用できないものが多い。そのため、身近な生き物を対象にした体験学習を進める際に、参考となる教材がほとんどなく、生き物の名前や生活の様子を調べることに苦労している。独自のテキストを編集する試みもある程度は行われてきたが、他府県とは生物相が異なるだけでなく種類も豊富であるため、なかなか対応できていないのが現状である。

2. 研究の目的

生活環境の変化から、自然の中で遊ぶことが少なくなった児童・生徒に、身近な自然環境での動植物の営みについて理解・実感してもらうことは容易ではない。さらに、他府県での環境を前提に開発された教材は、亜熱帯域の沖縄県では活用できない。そのため、教育現場との連携を行いながら、学校現場で活用できる地域の自然を題材とした教材の開

発を行い、現職教員の研修や教員養成課程の学生への教育に使用することで、理科教育の質向上への一助となることを目指す。

身近な自然環境を学習するプログラムで動物を対象にする場合は、その動物が「生息地から移動せず、いつでもその場所に行けば確認できる」という生活様式である必要がある。生息場所がある程度限定されており、生息場所から自由に移動しない動物を対象にすれば、植物と同様に地図上にマッピングして教材化する事が可能になる。

自然体験が不足しているのは、児童・生徒だけではなく、教員を目指す学生や若い教師も同様である。理科教育の充実にとって不可欠なのは、実際に授業を行う教師の指導力であるが、快適な生活環境と引き替えに自然環境が貧弱になり、40歳以下の世代では、子どもの時に自然体験を十分に経験している者はかなり減少している。

また、教科書等からの知識のみでは、亜熱帯域にある沖縄県の自然環境について十分理解する事ができない。これまでの取り組みを通して明らかになってきたことは、沖縄県の自然環境に合致した自然観察学習の教材とそれを使いこなせるようになるための研修の機会がほとんど無いという教育現場からの切実な訴えである。

そのため本研究は、教育現場との連携を行いながら、学校現場で活用できる地域の自然を題材とした理科教材の開発を行い、現職教員の研修や教員養成課程の学生への教育に使用することで、地域の学校教育の質向上への一助となることを目指す。

3. 研究の方法

沖縄県の身近な自然環境を特徴づける場所として、身近な海辺と森林を対象に選定し、それぞれの生息環境において、同一場所から移動せずその場所に行けば確実に確認できる動物について調査を行った。

(1) 身近な海辺に生息する動物の教材化

綺麗な白い砂浜とエメラルドグリーンの透き通った海が続くサンゴ礁は、沖縄県を代表する自然景観である。このサンゴ礁にはさまざまな生物が生活しており、その営みには極めて興味深いものがある。そのため、教員向けの学習プログラムとしては、ぜひ取り上げたい環境である。

海の中の美しいサンゴやカラフルな魚類は、理科の学習教材としても魅力的な存在であるが、海中に潜らなくては観察が難しいため、教員や児童・生徒が観察・調査する対象としては適していると言えない。

そのため、生物の生活の様子を比較的容易に観察できる「潮間帯」を研究対象として選定した。潮間帯は、満潮時には水面下に没し、干潮時には空気中に露出する区域で、陸と海の接点となる場所である。潮汐による影響で海水に浸る時間が異なるため、乾燥、温度、

塩分などに違いが生じ、各生物種の分布範囲は狭い帯状になる事が知られている。そこには、フジツボ類やカキ類などの固着性生物や生息範囲が限定されている巻貝類が多数生息している(西平ら、1988)。これらの動物は、生息場所が決まっていて、その場所に行けば確実に観察できるため、「生息地から大きく移動せず、いつでもその場所に行けば確認できる動物を教材化する」という本研究の目的に合致している。

具体的には、潮間帯上縁部の満潮でも水没しない地点に生息する「海水を嫌う巻貝」と潮干狩り等の対象になり、砂浜等に恒常的に生息している「埋在性二枚貝」を対象に調査を行った。

「海水を嫌う海産巻貝」

タマキビガイ科の巻貝であるコンペイトウガイ *Echininus cumingii spinulosus* にマーキングを行い、潮汐に伴う生息場所の移動行動(潮が満ちてくると上部へ移動)の継続観察(12時間または24時間、潮汐の程度や時間によって調整)を行うと共に、各生息ゾーンでの体サイズによる棲み分けの有無を確認するため、計測調査等を行った。

「埋在性二枚貝」

亜熱帯の砂浜海岸に生息する代表的な埋在性二枚貝であるイソハマグリ *Atactodea striata* とヒメアサリ *Ruditapes variegata* の調査を行った。

沖縄島に位置し、比較的知名度の高い以下の砂浜海岸を調査場所とした。宜野座村漢那、沖縄市泡瀬、宜野座村宜野座、うるま市浜比嘉、北谷町安良波、名護市屋我地、名護ビーチ、南城市東浜、南城市富祖崎。

ベルトトランセクト法を使用し、ヒメアサリは基点から5m、イソハマグリは1m間隔で調査地点を設定し、50×50cm 方形枠内の深さ5cmの範囲の底質を採集した。採集した底質を、5mmのふるいにかけて、ふるい上で採集できた個体について種の同定と殻長の測定を行った。各調査地を毎月1回、年間を通して調査し個体群の季節変動を捉えた。

(2) 身近な亜熱帯林に生息する動物の教材化

地中の土壤動物は、林床の土を採集するだけで容易に調べることができる。また、土壤動物は、生息場所から移動することは少ないため、「生息地から大きく移動せず、いつでもその場所に行けば確認できる動物を教材化する」という本研究の目的に合致している。

そのため、身近な亜熱帯林に生息する土壤動物を対象とした「土壤動物を用いた自然の豊かさ評価」調査を実施した。調査は教材等への活用を想定し、校外における実習等に適した都市公園である、沖縄県那覇市首里の北西部に位置する末吉公園を調査場所とし、人為的影響に差がある森林・人工林・草地の3地点を選定し、調査地点とした。各調査地点にそれぞれ三つ 50×50cm の枠を設置し、ハンドソーティング法およびツルグレン法を

併用して土壌動物の調査を3月、6月、9月、12月に行い、記録結果から各地点の自然の豊かさ指数等を求めた。

4. 研究成果

(1) 「海水を嫌う海産巻貝」

潮間帯上縁部の満潮でも水没しない地点に生息するコンペイトウガイを対象に調査を行った。本種は、水につからない場所に生息しているので、観察が容易であり、児童・生徒向けの教材として有望である。

生息地内の岩礁において垂直分布を調査したところ、大潮時満潮位の位置よりも、1.5mから3.5m高い位置に生息していることが明らかになった。その分布は、2mから3mの範囲に集中しており、満潮時でもまったく冠水しない地点に生息していることは明らかである。

また、潮汐に伴う生息場所の移動行動についても明らかにするため、91個体にマーキングを行い5月から11月にかけて32回の観察（大潮時と小潮時、12時間または24時間観察）を行った（延べ観察個体数246個体）。その結果、1日の中で活動している個体の割合が最も大きい月は11月で、最も活動の小さい月は6月であったが、最も活発に活動している個体でも1日の最大移動距離は65.3cmで、移動が観察された個体（n=27）の平均移動距離は、12.9cmであった。その他の大部分の個体（n=219）は移動行動が見られず、本種は生息場所からほとんど移動しないことが示唆された。

また、大潮時と小潮時を比較してもその活動の傾向に変化はなく、潮汐に対応して行動パターンを変えるような傾向は見られなかった。このように、本種は年間を通して限定された生息環境に存在するため、生息する海岸での発見が容易で、学校教育における野外観察等の教材として適していることが確認できた。

(2) 「埋在性二枚貝」

イソハマグリ分布状況・季節変動

イソハマグリは主に砂浜海岸で見られるが、その生息密度には、特定の海岸タイプ（開放的、保護的、包囲的）や底質の粒度組成、季節風などの風向きなどの条件、などが影響している事が明らかになった。調査を行った9カ所の海岸における年間総採集個体数を図1に示す。

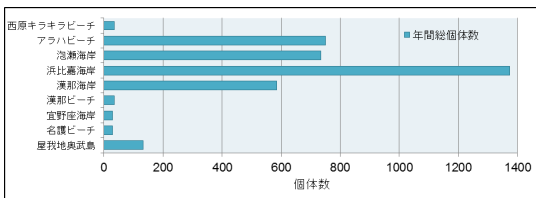


図1 各海岸におけるイソハマグリ採集総個体数

個体数が最も多かった浜比嘉海岸では、1,350個体が確認でき、2位のアラハビーチ（750個体）より600個体（44.4%）多く、本種の生息に特に適している場所である事が明らかである。

本種の生息数の季節変化については、最も生息数が多かった浜比嘉海岸の結果を図2に示す。

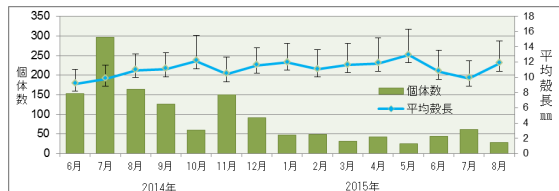


図2 浜比嘉海岸におけるイソハマグリ月別個体数および平均殻長

月別総個体数を比較すると、7月の個体数が他の月に比べて高くなっており、平均殻長については6月、7月、11月と翌年の7月の値が他の月に比べて低い傾向が見られた。

また、殻長組成を比較すると6月、11月では7~9mm、7月では7~11mmの幼少個体が最も多く、翌年の7月も7~11mmの個体が増加している。したがって、6~7月と11月に幼少個体が新規に加わっている可能性がある。そのため、盛夏と冬季を除くこれらの季節が、イソハマグリ繁殖産卵の時期である可能性が高い。同様の傾向はアラハビーチ、泡瀬海岸でもみられた。

ヒメアサリの分布状況・季節変動

ヒメアサリは主に干潟に生息していることが明らかになったが、その生息環境はイソハマグリに比べて限定されており、泡瀬海岸では海岸内の限られた範囲にのみ認められた。また、調査対象の4海岸（宜野座村漢那、南城市富祖崎、沖縄市泡瀬2カ所）のうちで最も多く生息していたのは富祖崎海岸で、2位の漢那海岸の4倍の個体数が確認できた（図3）。

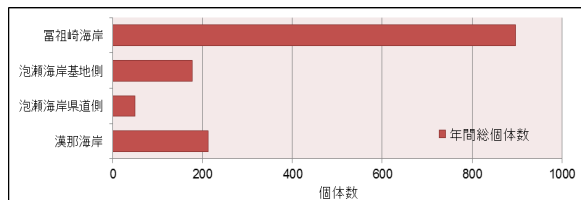


図3 各海岸におけるヒメアサリ採集総個体数

各調査地における個体数の季節変動については、富祖崎海岸、泡瀬海岸基地側は年間を通して個体数が安定していた。一方、漢那海岸は生息場所への土砂流入などにより個体数が減少する期間が見られた。泡瀬海岸奥道側は周辺環境の大きな変化はなかったが、生息が確認できなかった期間が2カ月続くなど、個体数の変動が激しかった。

また、本種の生息数が最も多かった富祖崎海岸での季節変化の結果を図4に示す。

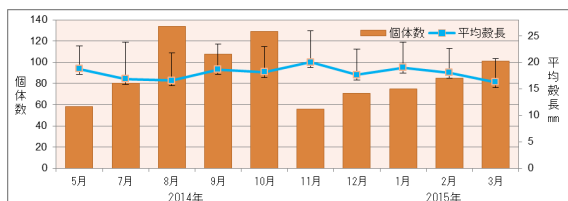


図4 富祖崎海岸におけるヒメアサリの月別個体数および平均殻長

月別個体数を比較すると、2014年8～10月、翌年の3月に個体数が増加する傾向がみられた。反対に、平均殻長は7、8月と翌年の3月に減少している。また個体数が増加する月には、前月と比べて平均殻長が減少する傾向がみられた。各月の殻長組成を比較すると7月には10mm前後の幼少個体の割合が多く、この集団は月の経過とともに殻長が大きくなっていく傾向が確認できた。また10月にも6～9mmの幼少個体の集団が確認され、翌11月～翌年の3月まで成長の過程が認められた。さらに、3月には7mmの幼少個体が新たに出現している。

これらの結果から、ヒメアサリは3月～5月、および10月に繁殖産卵時期を迎えるのではないかと推定される。

調査の結果、イソハマグリは主に砂浜海岸で見られるが、その生息には、特定の海岸タイプ（開放的・保護的・包囲的）や底質の粒度組成、季節風などの風向きの条件が影響している事が明らかになった。また、ヒメアサリは主に干潟に生息しているが、その生息環境はイソハマグリに比べて限定されていることが明らかになり、教材として使用するには、ヒメアサリが適していることが明らかになった。

また、小学校での授業実践として、小学校第3学年理科において「身近な地域の海岸で生き物を見つけよう」と単元名を設定して授業を実施し、教材の効果を確認した。

(3) 「土壌動物」

調査の結果、全ての月において、自然の豊かさ評価の平均点の値は、草地 < 人工林 < 森林となり、植生調査による結果と同様の結果を得られ、「土壌動物を用いた自然の豊かさ評価」は、亜熱帯域である沖縄県でも年間を通して活用可能であることが示唆された（図5）。

しかしながら、本調査の結果と、青木（2005）が示した評価得点の目安を比較すると、全体的に点数が低くなる傾向が得られた。このような傾向となった一因に、確認されなかった動物群や、逆に対象動物群ではないが頻繁に確認された動物群などの存在があると思われる。そのため、沖縄県のような亜熱帯域で、「土壌動物を用いた自然の豊かさ評

価」を行う場合には、調査地域の環境をより正確に反映させる事ができる対象動物群の選定を改めて行う必要があるだろう。

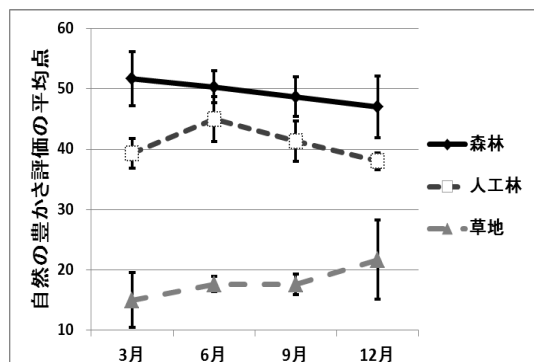


図5 各調査地点における自然の豊かさ評価の平均点の季節変化

本調査結果から、亜熱帯地域に属する沖縄県において教材として活用するためには、対象動物群の組み換え等、改善の余地が残されていることが示唆された。今後も継続的に調査を行い、対象動物群の検討のための情報の蓄積が必要であると思われる。

今後は、学校現場との連携活動を密に行い、各学年の教育課程に沿った教材開発を進め、多くの学校で使用可能なより汎用的な理科教材の開発を進める必要がある。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計2件)

齊藤由紀子・富永篤・杉尾幸司、沖縄県の現職教員を対象とした理科(生命領域)に関するアンケート調査報告・琉球大学教育学部紀要,査読無,86,205-209,2015.
杉尾幸司・宮国泰史,小学校教員志望学生の植物栽培経験に関する調査・琉球大学教育学部教育実践総合センター紀要,査読無,21,93-98,2014.

〔学会発表〕(計3件)

友利義明・杉尾幸司、沖縄島に生息する埋在性二枚貝の教材化に向けた基礎的研究—イソハマグリとヒメアサリの生息分布状況を通して—。日本理科教育学会九州支部大会,2016年5月28日,宮崎市民プラザ(宮崎県・宮崎市)。
 友利義明・杉尾幸司、環境の変化する砂浜海岸を理科教材として活用していくための基礎的研究—イソハマグリとリュウキュウナミノコガイの分布状況を通して—。日本理科教育学会九州支部大会,2015年5月23日,沖縄県市町村自治会館(沖縄県・那覇市)。
 比嘉 聡・杉尾 幸司、沖縄島南部の都市公園における「土壌動物を用いた自然の

豊かさ評価」の教材化に向けた基礎研究 .
日本理科教育学会九州支部大会, 2015 年
5 月 23 日, 沖縄県市町村自治会館 (沖縄
県・那覇市).

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

杉尾 幸司 (SUGIO KOJI)

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号 : 20433089