

# 日本生物教育学会

## 四国支部ニューズレター

第3号 2019年5月15日発行

### 目次

- ・情報提供 . . . 2  
高校での生物部における課題研究の取組 生徒の研究体験を通じた教育的効果  
中川和倫
- ・特別企画「愛媛大学教育学部生物系卒業研究」. . . 6
  - ・生態系のモデル化に関する教材的研究 赤羽健斗
  - ・北条鹿島における鳥類の生態学的調査研究 大西佳子
  - ・イシガメの保全に関する教材開発 尾崎良輝
  - ・学校飼育動物の繁殖および人工哺育の教材化 北垣紀幸
  - ・体細胞分裂の観察に関する教材的研究 玉井陽菜
  - ・溜池における生物調査を基礎とした生物多様性評価の試み 丸山夏穂
  - ・北条鹿島の植生に関する研究 山本佳奈
- ・次回研究会の案内（第一次）. . . 13
- ・賛助会員からのお知らせ . . . 14

日本生物教育学会四国支部

The Society of Biological Science Education of Japan Shikoku branch

発行：橋越清一

事務局：愛媛大学教育学部内

URL：<http://www.ed.ehime-u.ac.jp/~sbsej98/>

E-mail：[sbsej4@gmail.com](mailto:sbsej4@gmail.com)

# 高校での生物部における課題研究の取組

## 生徒の研究体験を通じた教育的効果

中川和倫

NAKAGAWA Kazunori

愛媛大学附属高等学校

【キーワード】 生物部, 課題研究, 科学コンテスト, 高大連携

### 1 目的

筆者は、2002年度から2011年度まで愛媛県立松山南高等学校でSSH指定開始からの10年間、生物部と理科科における課題研究の指導に取り組んだ。本格的な課題研究の指導は初めての体験であったが、専門研究者からの教えを受けながら指導に当たり、科学系コンテストにおける入賞に多数の生徒を導くことができた。

2012年度に愛媛県立今治西高等学校（以下、今治西高校）に異動し、SSH予算の裏付けなしに同じような取組ができないか、生物部での課題研究指導に取り組んだ。筆者が顧問を担当するまで25年以上も入賞から遠ざかっていた生物部であったが、30人以上の部員が約10の研究テーマに分かれて自主的に活動する部活動に成長し、2019年3月に定年退職するまでの7年間で、科学系コンテストにおける100件以上の入賞に導くことができた。また、地域の科学イベントで小中学生を指導するサイエンスコミュニケーターとしての活動も活発になった。この間の課題研究指導における取組と生徒の研究成果の一端を報告する。なお、筆者は2019年4月から愛媛大学附属高等学校での勤務を開始し、理科部の顧問および高大連携の授業を通して、同様の取組に再度チャレンジしているところである。

### 2 経過

#### (1) 生物部の活性化

今治西高校の生物部は、旧制・今治中学で大正時代に発足した「博物部」が母体となっている。昭和になって「生物部」となり、1984年と1986年には日本学生科学賞で県代表にもなっている。しかし、平成に入ってから活動が低迷しており、筆者が赴任した2014年には数名の部員が在籍し

てフィールドワークを行っていたが、課題研究的な活動には取り組んでいなかった。

#### 1) 部員の確保と研究の開始

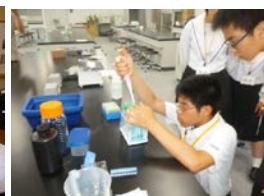
今治地区は小学生の「自然科学教室」が愛媛県内で最も盛んな地域であり、多くの生徒が参加体験を持つ。しかし、中学校には理科系の部活動がほとんど存在しないため、そのような活動に飢えている生徒が多い。2013年に生物部の顧問に加わった時に「研究活動の開始」を前面に打ち出したところ18人の新入生が入部し、5つの研究班が発足した。2018年度は30人の部員が約10テーマの課題研究に取り組んだ。

#### 2) 対外的な活動

研究成果を科学系コンテストで発表するだけでなく、小中学生対象の地域の科学イベントにも積極的にブース出展し、生物部員に実験・観察の指導を体験させるようにした。また、大学を訪問しての専門実験、大学教員を招いた出張講義、博物館での公開講座の開催なども行った。2018年は愛媛大学と広島大学のGSCに多数の部員を参加させたほか、地元開設された岡山理科大学獣医学部との連携も推進した。



県総合科学博物館で小学生指導



岡山理科大学獣医学部で実験

#### 3) 活動資金の調達

生物部の部費は年間3万円しかないため、外部の助成金を利用した。2013年から3か年のJST「中高生の科学部活動振興プログラム」から始め、2018年は愛媛県「三浦保」愛基金、武田科学財団「高校理科教

育振興助成」，中谷医工財団「科学教育振興助成」，㈱リバネス「サイエンスキャスル研究費」など助成金総額 150 万円余を確保した。また，㈱日立ハイテクノロジーから毎年 2 か月間の卓上走査型電子顕微鏡の無償貸与を受けている。

### (2) 対外的な評価と生徒の成長

研究活動を開始した 2013 年まで 25 年以上も入賞のブランクがあったが，2014 年 3 月に日本生態学会の高校生発表会で最優秀賞など 2 つの入賞をしたのを皮切りに，その後の 5 年間で 100 以上の入賞ができた。生徒はポスター発表・質疑応答でプレゼンテーション能力を大きく向上させた。また，入賞体験をした生徒の多くで自尊感情の醸成につながり，AO 入試や推薦入試による国立大学進学を果たした。発表を通じた研究者や大学教員との交流が進路のミスマッチを軽減させた効果もあった。

また，科学イベントで子どもたちを指導する体験を通して，生徒のコミュニケーション能力が著しく成長した。引込み思案で人前で話すのが苦手だった生徒も，子供たちに積極的に話しかけられるように変化した。子どもたちに分かりやすい教材開発を自ら手掛ける生徒が現れるなど，生徒のモチベーションの向上にも著しいものがあつた。2018 年は以下のイベントに出展し，1 年間に延べ 2000 人以上の小中学生とその保護者に実験・観察を指導した。

<2018 年に出席した主な子どもイベント>

- ・わくわくサイエンス広場（県博物館・2 月）
- ・ミクロライフ展（県博物館・5 月）
- ・レッツエンジョイサイエンス（玉川中・8 月）
- ・親子で楽しむ科学実験（愛媛大・8 月）
- ・青少年のための科学の祭典（松山・11 月）
- ・海の王国こどもバリシップ（吹揚小・11 月）

<部員数と入賞数（研究のみ）>

| 年度   | 部員数 |     | 入賞数 |    |
|------|-----|-----|-----|----|
|      | 総数  | 新入生 | 総数  | 全国 |
| 2012 | 13  | 3   | 0   | 0  |
| 2013 | 27  | 18  | 2   | 2  |
| 2014 | 29  | 12  | 6   | 6  |
| 2015 | 41  | 15  | 12  | 5  |
| 2016 | 41  | 13  | 11  | 6  |
| 2017 | 31  | 9   | 21  | 8  |
| 2018 | 30  | 15  | 17  | 11 |

※上の表は「研究のみの入賞」であり「生物学オリンピック」や「科学の甲子園県大会」などの入賞および参加賞的な賞状は含まない。

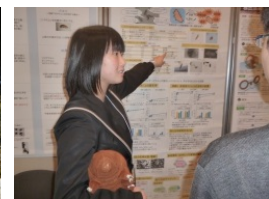
## 3 成果

### (1) 生徒研究における新規発見など

今治西高校にはオートクレーブや乾熱滅菌器などの殺菌装置が何もないため，細菌班の研究テーマは滅菌の意味がない極限環境微生物に特化している。また，理振で指定されている実験装置もないケースが多いため，「日本一のローテクで日本一の研究を！」が合言葉になっている。研究は大学や博物館とも連携して実験をさせていただいたり，指導助言を受けたりした。研究成果は 3 月末に論文集にまとめて発行している。2019 年 3 月に発効した「平成 30 年度研究報告書」は 200 ページになった。



今治市蒼社川上流での野外調査



科学コンテストでポスター発表

#### 1) 有機溶媒資化性細菌班 (2013~2016)

土壌細菌から単離した有機溶媒耐性細菌の中から，純水-有機溶媒二層培地で増殖可能な有機溶媒資化性細菌を発見し，ベンゼン環分解能が認められたため，アルギン酸でバイオリクター化した石油汚染対策のバイオレメディエーション技術の応用研究に発展させた。この研究は「日本生態学会 2013 高校生発表会」特別賞，「中国四国地区生物系三学会 2015 高校生発表会」最優秀賞，「高校生科学技術チャレンジ (JSEC) 2015」最終 (日本代表) 選考会優等賞，「高校生バイオサミット 2016」慶應義塾賞 (7 位) などを受賞した。

#### 2) 好塩性細菌班 (H28~)

市販の天日塩から好塩性・耐塩性微生物を単離して性質を調べた。好塩性細菌だけでなく好塩性酵母も見つかり，培地の塩分組成によって生育条件が異なることから，細胞膜におけるイオン透過性が重要であることが考えられた。同じ天日塩でも場所によって単離される菌株が異なることから，海水における好塩性細菌の分布が極めて希少であることなども分かった。この研究は「海の宝アカデミックコンテスト 2017」優秀賞 (2 位)，「平成 30 年度全国高校総合文化祭」出場 (県代表)，「サイエン

スキャッスル 2018 関西大会」優秀ポスター賞などの成績であった。

### 3) クマムシ班 (2013 ~)

学校近くのコケに生息するオニクマムシ(単為生殖のため同一系統)を試料として、乾眠からの蘇生条件について研究した。その結果、乾眠時の極限環境耐性は細胞内 LEA タンパク質の脱水による  $\alpha$ ヘリックス化の速度によること、乾眠導入時の温度と湿度が蘇生率や蘇生速度に影響し、塩眠では休眠時の極限環境耐性が低くなることがわかった。この研究は「日本生態学会 2013 高校生発表会」最優秀賞、「バイオ甲子園 2014」特別賞(4位)、「第8回坊ちゃん科学賞」優良、「ジュニア農芸化学会 2016」銅賞、「高校生バイオサミット 2017」優秀賞、「平成 29 年度全国高校総合文化祭」出場(県代表)、「サイエンスキャッスル 2017 関西大会」最優秀賞、「つくばサイエンスエッジ 2018」日本語ポスター 3 位などに入賞した。

### 4) ナベブタムシ班 (2013 ~)

水生昆虫班の一部が独立した。ナベブタムシは、香川県では絶滅危惧種に指定されているが地元の蒼社川上流には多数が生息する水生昆虫である。中流には幼虫は多いが成虫が少ないことから、呼吸法式が幼虫は皮膚呼吸、成虫はプラストロン呼吸という違いに着目し、成虫の体表面空気層の変化から河川水の微量な洗剤汚濁を測定する新しい指標が設定できた。また、流域の岩石の種類がナベブタムシの分布に影響している可能性も示唆された。この研究は「日本薬学会 2017 中国四国地区高校生オープン学会」最優秀賞、「生活をテーマとする研究コンクール 2018」優秀賞(2位)、「サイエンスキャッスル 2018 関西大会」優秀ポスター賞などを受賞した。

### 5) プラナリア班 (2018 ~)

プラナリア(ナミウズムシ)は雌雄同体であるが、卵巣発達に  $\beta$ カロテン(ビタミン A)の関与があることがわかった。自然界では水温が 10°C 以下になると有性系のプラナリアでの生殖器発達が見られるが、そこには体内でのビタミン A 合成と受容体の仕組みが関係すると考えられる。

### 6) ハリガネムシ班 (2017 ~)

ハリガネムシは宿主昆虫を操って入水させて水中で雌雄が交尾する際に、雌が分泌する化学物質に雄が誘引されることが明確

になった。また、巻貝を中間宿主としたハリガネムシの人工飼育にも成功した。さらに表皮の形態による属の分類において、蒼社川上流で従来の分類と異なる新タイプのハリガネムシを発見した。この研究は「日本生態学会 2017 高校生発表会」最優秀賞、「日本学生科学賞 2018」中央審査 2 等、「サイエンスキャッスル 2018 関西大会」特別賞(決勝 2 位)などを受賞した。

### 7) パラサイト班 (2018 ~)

今治市の海岸生物の寄生虫分布について調査した。貝類と甲殻類で異なる寄生虫が見つかったことから、貝の寄生虫の中間宿主と終宿主は魚類や鳥類であると推定された。また、古腹足類に寄生(片利共生)するカイヤドリヒラムシは、イシダタミの貝殻に付着する貝の成分に誘引されることと負の光走性があることがわかった。この研究は「海の宝アカデミックコンテスト 2018」優秀賞(2位)、「マリンチャレンジプログラム 2018」最優秀賞などを受賞した。

### 8) 地衣類班 (2017 ~)

菌類側から抗菌物質を分泌する地衣類をいくつか見つけた。また、火星環境を再現した実験系において、地衣類による酸素の発生が確認でき、火星のテラフォーミングの可能性が検討できた。この研究は「サイエンスキャッスル 2018 関西大会」優秀ポスター賞などいくつかの入賞をした。

### 9) カフェイン班 (2018 ~)

オオカナダモの原形質流動の促進と抑制効果から、カフェインの濃度による細胞の活性化の最適濃度や、その際に光合成速度から受ける影響がわかった。今後はカイコガの幼虫を用いて、カフェインが節足動物の神経系に及ぼす影響について実験を進める予定である。この研究は「サイエンスキャッスル 2018 関西大会」最優秀ポスター賞などを受賞した。

### 10) 淡水魚班 (2016 ~)

地元の蒼社川上流に生息する絶滅危惧種のナマズ目淡水魚アカザを中心に研究している。アカザは瀬戸内海側の河川では非常に珍しく、生物部ではその繁殖地も見つけていた。しかし、2018 年 7 月西日本豪雨でその場所が破壊され、その後の台風で完全に埋没してしまい、アカザを発見できなくなっている。現在は繁殖地の河床を人為的に復元し、経過を観察している。この研究は地方大会でいくつかの入賞をした。

## (2) 生徒の意識の変容

2018年4月下旬に生物部員30人(1年生15人と2・3年生15人)対象にアンケート調査を行った。

- ① 生物部に入部した理由(複数あり)
    - ・生物が好き&興味がある(ほぼ全員)
    - ・中学3年の夏休みの学校見学(多数)
    - ・入学後の部活動見学(多数)
    - ・研究や実験をしたい(1年生の大多数)
    - ・学校HPでの部活動紹介(1年生の数人)
    - ・勉強との両立が可能(2年生)
  - ② 入部の前後で生物部のイメージの変化
    - ・部屋で実験 → 野外での活動が多い
    - ・頭が良さそう → ものすごい変人集団
    - ・楽しそう → めっちゃガチな部活
  - ③ 生物部の文化部らしくないところ
    - ・野外調査の体力勝負
    - ・県外遠征の多さ
    - ・休日も休まず活動(忙しい部活)
  - ④ 上級生が得たこと(複数あり)
    - ・プレゼンテーション能力(大多数)
    - ・コミュニケーション能力(大多数)
    - ・研究力や考察力の向上(数人)
    - ・人前で発表して度胸がついた
  - ⑤ 上級生の思い出(複数あり)
    - ・コンテストや学会での入賞(大多数)
    - ・県外発表会や研修への参加(多数)
    - ・自転車で一日中走り回って野外調査
    - ・英語で研究発表を行ったこと
  - ⑥ 新入生の生物部への期待(複数あり)
    - ・研究したい(ほぼ全員)
    - ・コンテストで入賞したい(大多数)
    - ・新発見をしたい(多数)
    - ・校外での活動に参加したい(多数)
  - ⑦ その他の意見
    - ・多数の入賞実績があるので目標のイメージをつかみやすい(1年生)
    - ・入部したら、めっちゃガチな部活だったのでうれしかった(1年生)
    - ・自主的に活動できるので勉強との両立をしやすい(2年生)
    - ・精神的にはどの運動部にも負けない気がする(3年生)
    - ・兼部していても活動ができた(登山部、水泳部、吹奏楽部、美術部、書道部)
- <アンケートからわかったこと>

※研究をしたいと思っている生徒は潜在的に多い。研究活動の場を提供することが重要。

※大会で発表することで自信がつき、入賞につながることで自尊感情が醸成される。

※上級生が得たこと④を新入生にアピールす

る必要がある(新入生の期待⑥にはない)。  
※生徒に放課後の塾通いや兼部の時間を確保させる活動が望ましい。

## 4 考察

生徒に目標意識を持たせて課題研究に取り組ませた結果、生徒の著しい成長と多数の入賞成績に到達することができた。ただし、生徒のやる気を持続させるためには、定期的に何らかの入賞を体験させることで気持ちを持続させることが重要になる。そのため、科学コンテストごとの審査傾向や評価基準をよく調べ、生徒の研究内容をよく吟味して最適なエントリーをさせることが顧問の重要な責務になる。生徒は失敗経験から学び、そこから工夫して成功体験を重ねることで自信を持ち、それが自尊感情の醸成につながっている。同時に、周囲の生徒は仲間入賞に感化され、生物部全体に「頑張ろう」という空気が広がっていく。科学系部活動の顧問として求められることは、生徒を本気にさせる雰囲気づくりと活動環境の整備であることを再確認できた。

## 5 まとめ

課題研究指導において最も重要なことは、生徒・顧問を通して創意工夫を駆使して研究を追究しようとする気持ちである。実験設備や研究予算はないよりはあった方がよいが、それが決定的な研究成果の差になるほどではなかった。それよりも、指導者が研究を楽しんでいる姿を見せることが、生徒も楽しんで自主的に研究に取り組むことにつながり、それが成果に直結している。筆者はこれから愛媛大学附属高校で理科部の顧問として指導を開始するが、生徒とともに楽しんで活動に取り組んでいきたい。



目黒寄生虫館を  
訪問し研究指導



学会で英語発表  
(クマムシ班)

## 参考文献

- 1) 愛媛県立今治西高等学校生物部平成25~27年度研究報告書
- 2) 同上平成28・29年度研究報告書
- 3) 同上30年度研究報告書

# 生態系のモデル化に関する教材的研究

赤羽 健斗

(研究の目的) 平成 29 年度告示中学校学習指導要領解説理科編において、「日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、自然環境を調べる観察、実験などに関する技能を身に付けること」と記載されている。また、内容の取扱いとして「自然環境を直接調査する」とされている。しかしながら、本単元を取り扱う時期や調査に適した自然環境などを考慮すると、学校現場において調査の実施が困難であると考えられる。

そこで、「ボトルバイオロジー」に着目した。「ボトルバイオロジー」とは、ペットボトル内にミニ生態系を作り、生物間の相互作用などを観察できるものである。教室内でできる環境に関する観察・実験ができる可能性を秘めているが、一方で材料が入手困難な場合もあることが課題として挙げられる。このことから、より容易に入手しやすいものを材料とし作製したボトルバイオロジーで生物相互の関係や自然界のつり合いについて学ぶことができるかを検討した。

(研究の方法) 4 週間という実験期間を設定し、入手が容易な材料を用いて作製したボトルバイオロジーでパックテストを用いた水質調査、陸上植物の成長記録を 1 週間に 1 度行った。また、実験前後に顕微鏡を用いた循環水内の微小な生物の観察を行った。

(結果) 3 回行った実験のうち、最後の実験結果を記載する。3 回目の実験の条件は、土壌は「パーミキュライト」を使用し、使用した液体肥料の希釈倍率は 2000 倍である。

パックテストを用いて、循環水の水質 (pH, 硝酸, 亜硝酸, アンモニア, リン酸, COD) を調査した。COD の結果を図 1 に示す。

また、陸上植物の成長の結果を図 2 に示す。

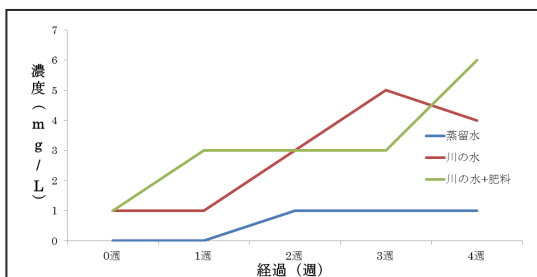


図 1 COD の変化

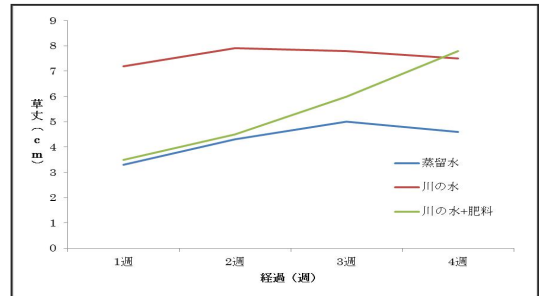


図 2 陸上植物の成長

実験前後に顕微鏡で観察した結果を表 1 に示す。

表 1 実験前後の循環水内の微小生物

|          | 実験前                  | 実験後                             |
|----------|----------------------|---------------------------------|
| 蒸留水      | なし                   | 植物性プランクトン 1 種                   |
| 川の水      | フォルミディウム属<br>オシラトリア属 | フォルミディウム属<br>オシラトリア属<br>タルケイソウ属 |
| 川の水 + 肥料 | フォルミディウム属<br>オシラトリア属 | フォルミディウム属<br>オシラトリア属<br>アナベナ属   |

(考察) 水質調査の結果から、亜硝酸塩・硝酸塩・アンモニア塩の関係性が見え、窒素循環を確認できる可能性がある。また、循環水の外観観察から富栄養化による微小な生物の大量発生といった問題を考えることができる。そして、陸上植物の成長では液体肥料を加えたもののみで開花しているのを確認できたことや成長率の違いから、水の環境が陸上の環境に影響を与えていることを考察できる可能性がある。

(まとめ) 循環水の水質変化や見た目の変化から、栄養分の循環の一端や微小な生物の大量発生といった環境問題について考察できると考えられる。一方で、試行回数が少なく精度が低いと言えるため試行回数を増やしつつ、タコ糸に微生物が繁殖し毛細管現象の影響力の低下などの問題を解決できるようそのほかの材料も検討したい。

# 北条鹿島における鳥類の生態学的調査研究

大西 佳子

## 1.背景および目的

平成 21 年度、平成 30 年度の学習指導要領改定に伴って高等学校「生物」の生態分野の内容は多くが「生物基礎」へと移行され、より多くの生徒が生態分野について学ぶこととなった。また、近年は持続可能な社会を作るための環境教育として生態学教育の重要性が増している。生態学教育の指導では、観察・実験を通じた探求が求められているが、野外観察場所の選定の難しさや安全面の問題、指導可能な教員の少なさなどから観察・実験の実施率は低く、高等学校教員の課題となっている。このような現状の中、観察・実験を取り入れた授業を行うためには、観察の実施や生きた材料を採集できるフィールドが必要である。そこで、身近なフィールドの生態学教育への活用に着目した。

愛媛県松山市にある北条鹿島は、面積 0.15 km<sup>2</sup>、周囲 1.5 km の小さな島であり、本土側との交通も容易であるため継続的な調査が実施可能である。また、鹿島ではこれまでに鳥類調査の報告がない。そこで本研究では、鹿島における継続的な調査から島の鳥類相を明らかにし、フィールドを利用した生態学教材の検討を行うことを目的とした。

## 2.材料および方法

鹿島において、2017 年 6 月～2019 年 1 月の間、月に 1 回を基本とした現地調査とセンサーカメラを用いた自動撮影調査を行なった。2018 年度には繁殖調査も実施した。また、本土側との種組成比較を行うため、松山市北条地区にある 5 つのため池（辻池、田村池、善応寺新池、夏目古池、久保池）と、北条港とため池間の 2 地点における鳥類調査を実施した。

その後、フィールドでの調査を元に、調査結果を活かした教材を考案し、その検討を行なった。

## 3.結果および考察

### (1) 鹿島の鳥類相

15 ヶ月の調査期間において、現地調査では 48 種、自動撮影調査では 23 種の鳥類が確認され、鹿島の鳥類相は計 25 科 51 種の鳥類からなることが分かった（図 1）。島内の優占種は、ハシボソガラスやコゲラ、ウグイスなどであった。また、繁殖調査から島

内で約 10 種の繁殖可能性が確認された。希少種としてはコマドリ、ハヤブサなどが確認された。今回の調査では自動撮影調査を導入した。記録種数は現地調査の方が上回ったが、発見が困難な希少種も確認もされた。よって、複数手法による調査の有用性が示唆された。

本土側では、34 科 82 種の鳥類が確認された。鹿島と本土側の種組成の類似度を野村・シン普森指数により算出したところ、鹿島と本土側の鳥類群集の類似度は高い結果となった。鹿島の優占種は都市近郊でもよく見られる種であり、本土との距離が短く鳥類の出入りが容易であるため、鹿島の鳥類相には島嶼としての特異性は見られなかったと考えられる。

### (2) 教材の考案と検討

生態分野におけるニッチ（生態的地位）を可視化できるような教材として、エルトンのニッチ概念を参考に生息環境を 13 に区分し、また食物を 11 に区分した二次元ニッチ表を作成した。実際に今回の調査結果を当てはめると種や季節によるニッチの異なりが確認でき、種間の関係性を示すニッチ概念を実感的に分かりやすくすることが可能であると考えられる。



図 1.鹿島で確認された鳥類

## 4.まとめ

本研究では、継続的な現地調査により初めて年間を通した鹿島の鳥類相データを得ることができた。鳥類相をより詳しく明らかにするために、今後とも定期的な調査が必要である。また、今回考案したニッチ表を実際に活用した実践を行い、ニッチ概念の定着度の比較を行うとともに、野外活動と室内活動を結びつける教育へとつなげたい。

# ニホンイシガメの保全に関する教材開発

尾崎 良輝

## 1. はじめに

平成 29 年公示中学校学習指導要領および平成 30 年公示の高等学校学習指導要領の環境に関する内容で、地域の自然の保全活動の重要性を生徒に意識づけることが求められている。

ニホンイシガメ (*Mauremys japonica* 以下、イシガメ) は、環境省レッドリストカテゴリで準絶滅危惧、愛媛県レッドリストカテゴリで絶滅危惧Ⅱ類、ワシントン条約附属書Ⅱ掲載種であり、保全が早急に求められている。また、イシガメは日本固有種であり、その現状とともに取り扱うことで保全活動の重要性を生徒へ意識づけるために有効と考えられる。本研究では、イシガメの生態調査等のデータを基に、保全活動の重要性を生徒が学ぶことのできる教材を開発することを目的とした。

## 2. 研究の方法

教材化に向けた基礎的研究として、愛媛県のある地点での生態調査と標識再捕法によるイシガメの個体数推定を行った。これらの調査は、とべ動物園と NPO 法人カメ研究会の調査に同行し実施した。

また、飼育許可をとり、調査地で発見したイシガメと交雑種 (イシガメ×クサガメ) の幼体の生態と成長の記録を行った。

## 3. 結果と考察

### (1) 調査地周辺の生態調査

調査地で確認した生物のグループの一部を表 1 に示す。表 1 より、調査地には蜻蛉目が多く生息していることが確認できた。蜻蛉目や十脚目の生物は期間を通して観察できたため、イシガメの餌の種類と量が豊富にあると考えられる。アオダイショウなどのイシガメの卵を食べるとされる生物も確認できたため、卵の頃に個体数が減る可能性があると考えられる。また、交雑種の幼体も確認したため、調査地の純粋なイシガメの数は減っていくと推測できる。

表 1 調査地で確認した生物のグループの一部

| 動物種 | 階級 | 蜻蛉目 | 無尾目 | スズメ目 | 半翅目   | 十脚目   |
|-----|----|-----|-----|------|-------|-------|
|     | 計  | 14  | 6   | 4    | 4     | 4     |
| 植物種 | 階級 | キク目 | イネ目 | シソ目  | ナデシコ目 | アブラナ目 |
|     | 計  | 9   | 8   | 3    | 3     | 1     |

### (2) イシガメの個体数推定

調査地において標識再捕法による個体数推定を行った。その結果を表 2 に示す。表 2 より生息するイシガメの個体数が増加していると推測される。増加した要因として、護岸工事を考慮した幼体の移入などの保全活動や地域の方のイシガメへの保全意識の向上が挙げられる。

表 2 イシガメの推定個体数

|      | 各年にマークした数 | 前年までのマーク総個体数 | 総捕獲数 | 再捕獲数 | 推定個体数 |
|------|-----------|--------------|------|------|-------|
| 2013 | 0         | 0            | 1    | 0    |       |
| 2016 | 3         | 0            | 5    | 0    |       |
| 2017 | 13        | 3            | 23   | 4    | 17.25 |
| 2018 | 24        | 16           | 22   | 7    | 50.3  |

### (3) イシガメと交雑種の成長・生態の記録

飼育したイシガメと交雑種の成長量を表 3 に示す。表 3 より、体長と体重ともに交雑種の成長率がイシガメよりも大きいことが確認できた。交雑種は、クサガメの習性と雑種強勢の影響が考えられ、イシガメの生存競争の弱さを確認できた。

表 3 飼育個体の 1 カ月当たりの成長量

|      | 甲長(mm) | 甲幅(mm) | 甲高(mm) | 腹甲(mm) | 体重(g) |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|
| イシガメ | 5.093  | 3.721  | 2.586  | 4.943  | 13    |
| 交雑種  | 7.986  | 5.943  | 3.229  | 8.171  | 16    |

## 4. おわりに

基礎的研究で得たデータを基に、教材開発を行った。3.(1)では、調査地の生物リストと写真を基に、被食―捕食の関係をまとめさせ、生態関係図を作成させる教材を開発した。3.(2)では、調査地で得たイシガメの標識再捕法のデータを基に、生徒にイシガメの個体数を推定させる教材を開発した。3.(3)では、飼育個体の成長量のデータを基に、標識再捕法で得た野生個体の成長量と比較し、イシガメの生存競争における弱さを認識させる教材を開発した。

基礎的研究を行い、イシガメの生息環境の厳しさと保全活動の重要性を認識できた。課題として、開発した教材を学校現場で活用し、有効性を確認する必要がある。また、調査地では豪雨災害などの影響があり、護岸工事が行われていたため、生物への影響を確認する必要があるさらなる調査データの充実が求められる。



# 学校飼育動物の繁殖および人工哺育

北垣 紀幸

## 1. はじめに

平成 29 年度告示の小学校学習指導要領解説生活編では第 3 章 (7) 「動物を飼ったり植物を育てたりする活動を通して、(中略)生き物への親しみを持ち、大切にしようとする。」とある。また、理科編においては、生命・地球 (1) 人の体のつくりと運動 (イ) 「(中略)ここで扱う対象としては、(中略)骨や筋肉の働きが調べられる身近で安全な哺乳類、例えば、学校飼育動物の観察などが考えられる。」とあり、小学校においては学校飼育動物の飼育・観察を通じた学びが推奨されている。続いて、平成 29 年度告示の中学校学習指導要領解説理科編においては、第 2 分野 (1) 「いろいろな生物とその共通点」で、「生物の生活や特徴に関する観察の機会を意識的に設け、興味・関心を高めるようにする」とある。これらを実現するには、生きた実物教材の活用が有効と考える。

本研究では学校飼育動物の活用の現状を明らかにするために、本学教育学部生を対象に、学校飼育動物に関する質問紙調査を行った。また、アナウサギ (*Oryctolagus cuniculus*) の 1 品種であるネザーランドドワーフを繁殖し、子ウサギの人工哺育を試みた。そして、繁殖・人工哺育に関するマニュアルを作成した。

## 2. 質問紙調査

本学教育学部生 42 人に対して学校飼育動物の飼育及び繁殖に関する全 10 問の質問紙調査を行った。

質問紙の中で、出身校において、繁殖を認知している学生に対して、繁殖した動物の産後について質問したところ、以下の回答 (表 1) が得られた。

表 1 産まれた動物の産後の対応について

| 種   | 学校種  | 生死等                 |
|-----|------|---------------------|
| ウサギ | 記入漏れ | 引きとれる人を飼育委員がさがしていた。 |
|     | 小学校  | 不明                  |
|     | 小学校  | 不明                  |
|     | 小学校  | 生まれてすぐ死んでしまった。      |
| 金魚  | 小学校  | 酸欠で死亡。              |
| メダカ | 小学校  | 卒業までは少なくとも存命。       |

この結果から、繁殖した動物に対して適切な対応をとれていないことや、繁殖しているにもかかわらず、児童生徒に対して教育の機会として活用できていないことがわかった。

## 3. 学校飼育動物の繁殖および人工哺育

本学で飼育しているウサギを繁殖し、生まれた子ウサギから 1 匹選び、人工哺育した。

ウサギは繁殖能力が非常に高いため、学校現場においては、繁殖をコントロールする必要がある。

繁殖・人工哺育マニュアルでは、哺育環境・食事・排せつ・雌雄判別について図を用いてまとめた。以下にマニュアルの一部 (図 1) を示す。



※スポイトは子ウサギの口の大きさを考慮する。目が見えないうちは鼻先の刺激をしないといきなりミルクが口に入ってくるとびっくりしてうまく飲めなくなってしまう。

図 1 繁殖・人工哺育マニュアルの一部

## 4. おわりに

質問紙調査から教員志望の学生は、学校飼育動物の教育的現場での有用性を感じているのにもかかわらず、実際に繁殖させることに消極的であることが明らかになった。また、学校現場での飼育動物の活用についても不十分であると推察される。本研究で作成した繁殖・人工哺育マニュアルを用いて、不安感を軽減し、学校現場での飼育動物の活用が期待できる。

本研究で行った質問紙調査では教員志望の学生を対象としていたため、現職の教員を対象として調査を行う必要がある。

今後は学校飼育動物を授業内で活用できるように実践的な教育プログラムを開発し、「実際に動物飼育をする」ことを軸に研究を継続していきたい。

## 5. 引用・参考文献

- ・ 日本獣医師会 (2003) 学校における望ましい動物飼育のあり方
- ・ 文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説理科編

# 体細胞分裂の観察に関する教材的研究

玉井 陽菜

【研究の目的】生物の学習において細胞説は基本であり、フィルヒョーによって「すべての細胞は細胞から」と細胞分裂の重要性が指摘されている。学校教育では、中学校3年理科で体細胞分裂について学習し、生徒は植物の体細胞分裂を観察する。平成30年中学校学習指導要領では(体細胞分裂の観察から)「順序性を見出し」という記述が追加され、より一層生徒自身による体細胞分裂の観察を行うことが必要と考えられる。しかし、体細胞分裂の観察は、生徒が観察できる割合が低いとされ、これまで多くの先行研究で様々な植物や染色液を用いたものが報告されている。その中から中学校理科における教材的視点で適した試料・方法について、検証を行った。

【研究の方法】本研究では、まず教科書と先行研究の観察方法を整理し、体細胞分裂の観察における試料・方法について洗い出した。加えて上記で整理した条件をもとに、試料・染色液・方法の3項目に絞って、体細胞分裂の観察を行い、結果をもとにして適した試料・方法について比較検討を行った。

【結果】試料について、タマネギとネギは入手が容易で、細胞の大きさも十分かつ染色体数も  $2n=16$  と多くないため見やすく、最も観察に適していた。ソラマメは、染色体数が  $2n=12$  と少なく、種子自体は比較的容易に入手することができ、観察に適しているが、単価が高い上にペトリ皿で多量に発根させづらく、押しつぶすのに技術が必要とし、中学生が扱いづらい。その他では、シュンギクの種子も入手・発根が容易で、染色体数も  $2n=18$  と少なく観察も比較的容易であり、活用も可能である。

染色液は、今回用いたものは全て観察に使用することができる。酢酸オルセインは、赤紫色に染色でき、観察もしやすいため、適しているといえる。メチレンブルーは中学校の他の観察等で使用する溶液であり、原液を薄めるだけで簡単に調製することができる。染色も十分可能で、教科書に載っているものと異なる色で興味が引きやすい可能性がある。また、酢酸バイオレットによる染色は混合法を用いた。混合法とは、固定・解離・染色を一度に行うことができる方法である。混合法の手順は米澤ら(2018)を参考に行った。調製は比較的容易で、青紫色に染色される。

プレパラートの作製方法は、押しつぶし法より十字法の方が容易であった。混合法では、押しつぶしを行う。体細胞分裂の観察においては、方法によってそれぞれ利点があるため、観察の目的に応じて選ぶ必要がある。

表1 体細胞分裂の観察実験における教材的適正

|          | 入手 | 価格 | 染色 | 解離 | 細胞大きさ<br>染色体数(2n) |
|----------|----|----|----|----|-------------------|
| タマネギ(種)  | ○  | ○  | ○  | ○  | ○(16)             |
| タマネギ(鱗茎) | ×  | ×  | ○  | ○  | ○(16)             |
| ネギ       | ◎  | ○  | ○  | ○  | ○(16)             |
| ソラマメ     | △  | ×  | △  | △  | ○(12)             |
| シュンギク    | ○  | ○  | ○  | ○  | ○(18)             |
| ヨウサイ     | ○  | ○  | △  | △  | ○(-)              |

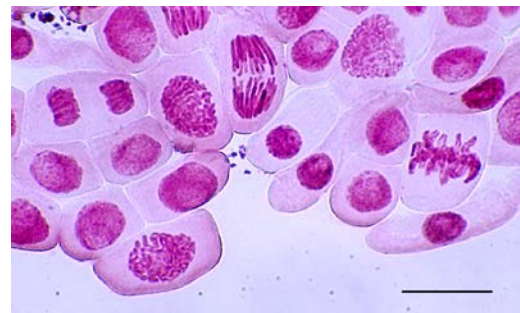


写真1 タマネギ(解離3分, 酢酸オルセイン染色5分, 十字法, スケール 30 $\mu$ m)

## 【考察 一 中学校3年の理科における

### 体細胞分裂の観察に関する一提案一】

実験方法については、「十字法」を用いたものと「混合法」を用いたものの二つを提案する。

#### (1) 試料の準備

ネギやタマネギの種子の根(少量で構わないのであれば、ニンニクの鱗茎の根も扱いやすく適当)を用い授業で観察を行う日程に合わせ、3日から5日前に種蒔きを行い、準備を始める必要がある。また、成長し過ぎると解離が難しくなるため5mm程度まで成長する前に固定するのがよい。

#### (2) 試薬の準備

固定液には、酢酸アルコールを使用し、できるだけ使用直前に作成する。解離液は、1規定塩酸を用い、染色液には、十字法の場合は酢酸オルセインを用いる。また、酢酸オルセインは、長期間使用していない場合に結晶化していることがあるので、ろ過をして使用する。混合法の場合は酢酸バイオレットを用いる。

# 溜池における生物調査を基礎とした生物多様性評価の試み

丸山 夏穂

## 【研究の目的】

生物多様性は資源であり、現在の生物学・生物教育において、生物多様性の理解は必要なこととされている。しかし、生物多様性は総合的な概念であるため、高校生や市民にとって生物多様性を理解することは困難である。そのため、生物多様性について理解を深められるような取り組みで、かつ誰もが取り掛かりやすい取り組みを開発することが必要である。

そこで本研究は、溜池の生態系を調査し、その結果に基づいて、簡易的かつ複合的に溜池の生物多様性を評価できる方法を開発することとした。

## 【研究の方法】

本研究では、愛媛県松山市風早地区の面積、立地、構造などが異なる溜池を5カ所（辻池、田村池、善応寺新池、久保池、夏目古池）選定した。

今回の調査では、各溜池を徒歩で一周し、デジタルカメラで溜池の様子や動植物を撮影しながら、目視による生物種の同定を行った。

## 【結果】

辻池は、植物が262種（帰化率26%）、鳥類が53種、トンボが27種、チョウが29種、外来生物（動物のみ）が2種確認された。田村池は、植物が146種（帰化率32%）、鳥類が69種、トンボが28種、チョウが29種、外来生物（動物のみ）が2種確認された。善応寺新池は、植物が232種（帰化率27%）、鳥類が48種、トンボが15種、チョウが16種、外来生物（動物のみ）が2種確認された。久保池は、植物が152種（帰化率28%）、鳥類が26種、トンボが8種、チョウが7種、外来生物（動物のみ）が1種確認された。夏目古池は、植物が173種（帰化率32%）、鳥類が34種、トンボが28種、チョウが12種、外来生物（動物のみ）が4種確認された。

5つの溜池で、植物は合計421種、鳥類は合計82種、トンボは合計38種、チョウは合計39種、外来生物（動物のみ）は合計4種確認された。

調査結果を基に、景観・管理、植物相、鳥類相、トンボ相、チョウ相、外来生物の6項目から成る生物多様性評価基準を作成した。各項目は20点満点とし、全

ての項目を足し合わせた総合評価を120点満点とした。また、6つの各項目内に5つの評価基準を設定した。

本評価基準を用いて評価した結果、総合評価（100点満点換算）は、辻池が81点、田村池が71点、善応寺新池が60点、久保池が44点、夏目古池が55点となった。本評価方法では、辻池は、他の4つの溜池と比べて、どの項目においても高評価であった。田村池は、鳥類相とトンボ相の項目において高い評価となった。善応寺新池は、項目間の大きな差はないが、全体的に評価が少し低くなった。久保池は、外来生物の項目では評価が高いが、他の項目では評価が低くなった。夏目古池は、トンボ相の評価は高いが、外来生物の項目では他の4つの溜池と比べて評価が低くなった（図1）。

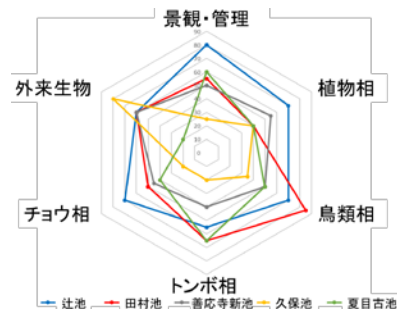


図1. 5つの溜池の生物多様性評価項目についての評価

## 【考察・まとめ】

本評価基準での総合評価と各項目の評価とを組み合わせることで、総合評価だけでは読み取ることのできない、各溜池の特徴を理解することが可能となった。また、生物多様性を数値化することにより、溜池間の生物多様性を比較することが可能となった。総合評価の比較と生物多様性評価法の項目ごとの比較によって、どのような溜池を、どのように管理すれば良いかの参考になると考えられる。さらに、本評価法は継続的に調査を行えば、生物多様性の変化についても理解することが可能である。本評価基準を用いることにより、誰もが簡易的かつ複合的に溜池の生物多様性を評価することが可能となった。

今後は、溜池の生物多様性を正確に評価するために、長期的に多くの溜池で調査を行い、本評価方法の修正を重ねる必要がある。

# 北条鹿島の植生に関する研究

山本 佳奈

## 1. はじめに

日本国内のニホンジカは近年個体数が増加しており、日本全国でさまざまな影響が出ている。こうした現状に対して、愛媛県においては2017年から「第3次愛媛県ニホンジカ適正管理計画」をもとに、様々な対策がとられている。松山市北条港沖合約 400 mに位置する鹿島には古くから野生のシカが生息しており、保護されてきた。しかし、2012年に島内の野生のシカの個体数が55頭となり、植生に大きな影響を与えていた。そこで、2014年と2017年に松山市によって野生のシカが捕獲され、現在はすべてのシカが島に設置された飼育柵内で飼育されている。全国のシカが生息している島のうち、鹿島のように、シカを全頭捕獲し、管理している例は報告されていない。したがって、島の野生のシカを全頭捕獲したことによる島内の植物や植生の変化については研究されていない。

本研究では、シカがいなくなる前後で鹿島の植物相がどのように変化したのかを明らかにするために、植物相を調査した。次に、野生のシカが生息していた時と生息していない時の植生を調査し、植生の変化を調べた。さらに、シカの摂食による植物の形態への影響を調べるため、シカが採食するハマクサギの葉形についても検討した。

## 2. 方法

鹿島の植物相を明らかにするために、2017年6月から2019年1月にかけて、島内の登山道や周遊道を歩き、高等植物を調査した。また、島内の植生は、2つの調査地点を設け、Braun-Blanquet (1964)による全推定法に従い、2018年と2019年に1回ずつ調査を行った。ハマクサギの葉形調査は、2017年にシカによる採食痕が確認されたA個体と食痕が確認されていないB個体を調査対象とした。それぞれの葉を無作為に選び、葉身長、葉幅長、葉柄長を、2017年と2018年に計測した。

## 3. 結果及び考察

### (1) 植物相について

シダ植物が11科26種類、草本が44科232種類、木本が45科100種類確認された。また、希少種として、愛媛県絶滅危惧1B類のマルミノヤマゴボウ、ウラシマソウなどがあつた。これまでの鹿島の植物相

の報告と比較すると、本研究の植物種類数が最も多くなっていた(図1)。また、植物相の主な変化は、①148種類の北条鹿島初記録の植物の出現、②帰化植物の種類数が増加していることが明らかとなった。新たに出現した帰化植物にはヒメツルソバやヒメジョオンなどの道端でよくみられる種類も含まれていた。また、調査年ごとのシカの頭数と植物種類数との関係を調べると、シカの頭数が少なくなるにつれ、植物種類数が増加する傾向があることが分かった。これらの変化の要因として、シカの採食圧がなくなったことや、観光客による意図しない植物の持ち込み、鳥や風による種子散布が示唆される。

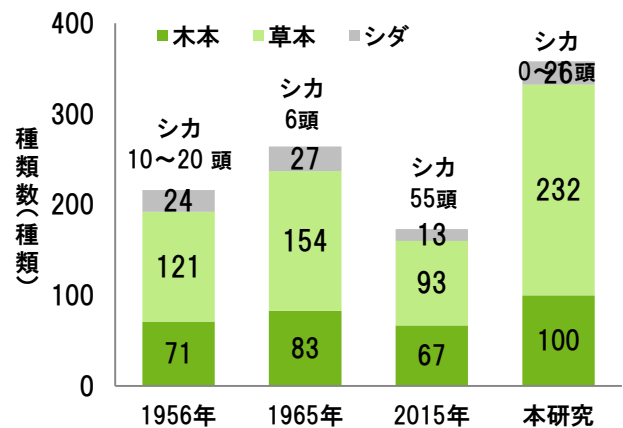


図1 鹿島の植物種類数の推移

### (2) 植生について

調査した2つの地点では、どちらも2018年から2019年にかけて植物種類数や被度、草本層の高さが増加していた。また2019年には、調査した2つの地点でアキニレやエノキなどの木本の実生が確認された。2つの調査地点の植物の被度の変化を調べると、サカキカズラ、イシカグマ、タチシノブの3種類は、2つの調査地点とも2018年から2019年にかけて被度が6.5%以上増加していた。これらの変化の要因として、シカの採食圧からの解放や、鳥や風による種子の散布が示唆される。

### (3) ハマクサギの葉形について

シカが1頭いた2017年から、シカがいなくなった2018年の間で、食痕があつたA個体ではDeerline下の葉身、葉柄やDeerline上の葉身、葉幅に長さの変化がみられ、食痕がなかったB個体ではDeerline上の葉柄のみ長さの変化がみられた。よって、シカの採食により、葉形が変化する可能性が示唆された。

## 第 2 回研究会のご案内

本研究会も愛媛生物教育談話会との共催で実施します。

日時：2019 年 9 月中旬くらいを予定

会場：県内高等学校を予定

内容

- ・フィールド調査などを取り入れた実地研修
- ・情報交換会
- ・懇親会 夜の情報交換会

※詳細は次回ニュースレター（8 月発行）にて連絡します。

子どもたちの未来へ

身近にある不思議から、自然・科学への関心を高め、  
科学する心をはぐくみます。

21世紀の社会を築く子どもたちに  
「豊かな感性」と「確かな学力」を。


**— 知が啓く。 —**  
**啓林館**

|  |                 |
|--|-----------------|
| 本 社 〒542-0852 大阪府天王寺区大馬4丁目3番25号              | 電話(06)6778-5531 |
| 東京支社 〒113-0923 東京都文京区向丘2丁目9番14号              | 電話(03)3854-2151 |
| 北国支社 〒089-0962 札幌市中央区南二条西8丁目1番2号サンケンビル5F501号 | 電話(011)271-2822 |
| 新潟支社 〒469-0902 名古屋市中区大須1丁目15番20号株式会社内ビエラビル1階 | 電話(052)231-9128 |
| 広島支社 〒732-0952 広島市東区安町1丁目7番11号 広島CDビル8階      | 電話(082)281-7248 |
| 大塚支社 〒619-0922 富岡市中区新富岡1丁目5番6号 ハイビルスビル5階     | 電話(092)725-8877 |

<http://www.shinko-keirin.co.jp/>



顕微鏡像をハイビジョン映像モニタリング

フルHDカメラ INOCAM-HD2

■お問い合わせは当店に

株式会社猪原商会 光学機械専門商社

<http://www.inohara.co.jp> E-mail : [info@inohara.co.jp](mailto:info@inohara.co.jp)

|              |                 |                 |
|--------------|-----------------|-----------------|
| 広島 〒730-8691 | 広島市中区大手町3丁目6番1号 | TEL082-244-2703 |
| 岡山 〒700-0941 | 岡山市北区青江1丁目2番40号 | TEL086-231-0275 |
| 愛媛 〒790-0811 | 松山市本町6丁目7番4号    | TEL089-922-5610 |
| 山口 〒754-0002 | 山口市小郡下郷303-39   | TEL083-972-5180 |
| 沖縄 〒900-0033 | 那覇市久米1丁目7番10号   | TEL098-868-6373 |

