

# 海洋生物・生態系の特性を活かした生物学実験・実習プログラムの実践 (2)

大塚 攻 鳥越 兼治 井上 純一 坂井 陽一  
斎藤 英俊 山崎 敬人 竹下 俊治 岩崎 貞治  
白神 聖也 横山 道昭<sup>A</sup>

## 1 本研究の目的・方法

附属高等学校はスーパーサイエンスハイスクールの指定を受け、教材開発、授業研究を行ってきた。生物圏科学研究科の臨海附属施設には、高校生にとって有効で、かつ海洋生物の多面的重要性を活かした海洋生物学実験実習プログラムを実施できる体制がある。本研究は、1年次の共同研究の成果をふまえ、高校生を対象に海洋生物に関連した実験・実習を行い、大学の専門知識を高校の高度な理科教育に活かす教育プログラムとしての有効性やさらなる発展のプログラムの可能性を探ることを目的とする。具体的な研究方法として、以下の2点を挙げる。

- ① 生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーションにおいて、高校生のための海洋生物の実験・実習プログラムの実践を行う。
- ② 実践の結果や生徒アンケートをまとめることにより、大学の臨海附属の実習施設と高校教育の連携の有効性および現場教育の意義を見出し、さらなる発展プログラムの開発を行う。

[大塚攻・井上純一]

ウミホタルの採集・発光実験  
藻場の生物の同定・分類  
日程；平成17年8月18日(水)  
9:00～9:20 ムラサキウニの発生過程の観察  
9:20～10:20 プランクトンの採集・観察  
10:20～11:20 海産生物(主として魚類、貝類)の解剖・観察  
11:20～11:50 海水濃度による生物行動の変化(アラレタマキビを用いて)  
12:00～ 貸切バスでセンター出発  
13:00 学校着、解散

実施場所；広島大学大学院生物圏科学研究科  
附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーション  
指導者；大塚 攻(大学院生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター教授)  
；鳥越 兼治(大学院教育学研究科教授)  
TA；広島大学大学院生物圏科学研究科大学院生2名  
；広島大学大学院教育学研究科大学院生1名  
参加生徒；広島大学附属高等学校2年生6名  
引率；井上純一、横山道昭(附属高等学校)  
持参物；弁当、水筒、水着、日よけ帽子、Tシャツ、  
着替え、ゴーグル、海浜用の靴

[大塚攻・井上純一]

## 2 プログラムの要項

日程；平成17年8月17日(火)

8:30～ 学校を貸切バスで出発  
10:00～10:30 講義：海洋生物学と生物生産学部  
10:30～12:20 ムラサキウニの発生過程の観察  
12:50～13:20 講義：アマモ場における生態系のしくみ  
13:30～15:30 地引き網による海産生物の採集および磯の生物の採集  
16:00～16:30 ムラサキウニの発生過程の観察  
夕食後～ ムラサキウニの発生過程の観察

## 3 プログラムの内容

### (1) 大学教員による講義

初日の午前中に、広島大学生物生産学部の学部紹介と竹原ステーションを初めとした附属施設で行われている研究内容について説明していただいた。

竹原ステーションは大学院生物圏研究科附属瀬戸内

<sup>A</sup>Susumu Otsuka, Kenji Torigoe, Junichi Inoue, Yoichi Sakai, Hidetoshi Saito, Takahito Yamasaki, Shunji Takeshita, Sadaharu Iwasaki, Masaya Shiraga, and Michiaki Yokoyama; Experiments and Practice about Oceanic Life and Ecosystem for High School Students

圏フィールド科学教育センターの一つで、瀬戸内海の魚類、底生生物、浮遊生物についての研究・調査を行っている。これまで行われてきた研究内容として、「ガザミの生残と水質環境」、「ミズクラゲを分解するバクテリアの生態」、「魚類寄生虫の生態」、「動物プランクトンの環境ホルモンに対する影響」などがある。

## (2) ムラサキウニの発生過程の観察

ムラサキウニの雌雄を用いて人工受精を行い、未受精卵～プルテウス幼生までの発生過程を2日間かけて観察した。はじめに、ウニの雌雄から卵と精巣を取り出し海水を満したビーカー内で受精させた。

観察においては、はじめに未受精卵に見られるゼリー層を確認した。受精後しばらくして受精膜が形成された。その後60分で、初めての卵割（2細胞期）が観察でき、5時間後には桑実胚期まで発生が進んだ。8時間後に胞胚期に達したが、数名の生徒がふ化の瞬間を観察することができた。また、原腸胚期以降、陥入などにより、胚の形が顕著に変化してきたことから、体の各部の構造が徐々に形成されていくようすを生徒が実感することができた。受精から12時間でプルテウス幼生まで発生が進んだ。

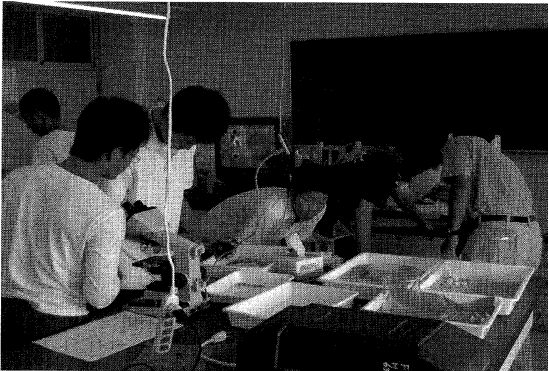


写真1 発生過程の観察

## (3) アマモ場におけるフィールドワーク

最初に、アマモ場に生息する主な生物の紹介と魚類を中心とした食物連鎖についての講義を受けた。生態系の底辺に位置する生物として、ワレカラ類、ヨコエビ類、カイアシ類など、それらを捕食する生物としてスズキ・メバル・アイナメなどの稚魚、ヨウジウオ、スジハゼなどが紹介された。また、アマモ場は浅い所にあるために埋め立て対象になり、それが漁獲量の減少（魚の生産の減少）につながっていることなど、環境問題についても触れていただいた。

講義の後、竹原ステーションの実習船で対岸の島に渡り、フィールドワークを行った。簡易地引き網を3回引き、魚類をはじめとした藻場の生物を採集した。



写真2 地引き網による採集



写真3 岩場での採集

また、岩場に生息する貝類などの生物も採集した。

## (4) ウミホタルの採集・観察・発光実験

1日目の夕食後、ステーション近くの波止場にてウミホタルを採集し、観察・実験を行った。まず、光学顕微鏡で見ながら雌雄を判断し、大きさの違いや雌の抱卵のようすなどを確認した。

次に、発光のしくみ（ルシフェラーゼによる酵素反応）についての簡単な説明を受け、手のひらで押しつぶす、あるいは微小電流を流してみるなどして発光のようすを調べた。その際、刺激発光と求愛発光という2種類の発光パターンについての説明を受けた。

また、ウミホタルと同様に発光生物として有名な夜光虫を取り上げ、それぞれの光り方の違いとその理由についても触れていただいた。

## (5) 藻場の生物の同定・分類

生徒が分類した生物の一覧は、以下の通りである。

表1 採集した生物の一覧

分類	生物名
海綿動物門	クロイソカイメン、ユズダマカイメン
腔腸動物門	ヨロイソギンチャク

軟体動物門	ケハダヒザラガイ, マツバガイ スカシガイ, ムカデメリベ, アメフラシ ニシキヒザラガイ, イシダタミガイ
棘皮動物門	ニッポンウミシダ, トゲモミジガイ ヌノメイトマキ, ナガトゲクモヒトデ オカメブシク, ヨツアナカシパン バフウニ, ムラサキウニ, マナマコ
脊索動物門	ザラボヤ, エボヤ
脊椎動物門	スジハゼ, クサブリ, アミメハギ, シロギス

### (6) 海水濃度による生物行動の変化

1日目に岩場で採集しておいたアラレタマキビは、殻高5mm程度の小形の巻貝であり、海水に浸らない(波しぶきが当たる程度の)岩の表面に生息している。普段は乾燥した状態で静止しているが、海水に触れると触手を出して行動を開始することが知られている。2日間の最後の実習として、このアラレタマキビを用いて、海水濃度の違いと行動の変化との関係について調べた。



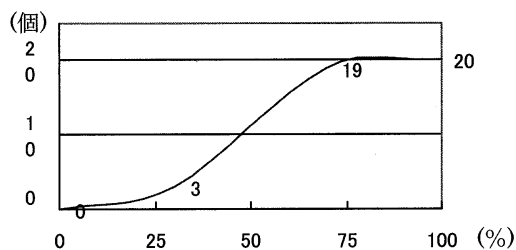
写真4 アラレタマキビを用いた実験

実験に用いたアラレタマキビは、一晩かけて十分に乾燥させたものを用いた。海水濃度をそれぞれ0%, 30%, 70%, 100%に設定し、各濃度の海水を入れたシャーレにそれぞれ個体を20個ずつ入れた。観察時間を10分として、それぞれのシャーレ内で触手を出して行動を開始した個体数を調べた。結果は、以下の通りである。

表2から分かるように、海水濃度が0%, 30%では行動している個体がほとんど見られなかった。逆に海水濃度が70%, 100%ではほぼすべての個体が触手を出して行動を開始することが分かった。また、グラフは、ほぼS字に近い曲線を示した。実験後の補足説明として、30%の濃度で確認した3個体は触手を出して行動するまでには至らなかったため、実際には行動を開始

したと判断できないということが挙げられた。また、アラレタマキビが海水を刺激と認識して行動を開始するには、閾値よりも高い濃度が必要であるということも挙げられた。

表2 濃度と行動を開始した個体数のグラフ



[井上純一]

### 4 事後アンケートの結果 (全6名)

- (1) このプログラムに応募した動機は何ですか。
- 海洋生物に興味があったから 3名
  - 海洋生物について深く学びたいと思ったから 1名
  - 楽しそうだったから 2名
- (2) このプログラムは面白かったですか。
- 面白かった 6名
  - どちらかといえば面白かった 0名
  - どちらともいえない 0名
  - どちらかといえば面白くなかった 0名
  - 面白くなかった 0名
- (3) 講義や実験の内容は分かりやすかったですか。
- 分かりやすかった 1名
  - どちらかといえば分かりやすかった 4名
  - どちらとも言えない 1名
  - どちらかといえば分かりにくかった 0名
  - 分かりにくかった 0名
  - その他 0名
- (4) 今回の実験を通して、海洋生物学の基礎的な実験技能が習得できたと思いますか。
- 習得できたと思う 3名
  - どちらかといえば習得できたと思う 2名
  - どちらともいえない 1名
  - どちらかといえば習得できなかったと思う 1名
  - 習得できなかったと思う 0名
  - その他 0名
- (5) プランクトンやその他の海産生物について理解できましたか。
- 理解できた 2名
  - どちらかといえば理解できた 4名
  - どちらともいえない 0名

どちらかといえば理解できなかった 0名  
 理解できなかった 0名  
 その他 0名

なった。

【井上純一】

(6) 個々の実験・実習の操作の意味や目的は理解できましたか。

理解できた 1名  
 どちらかといえば理解できた 4名  
 どちらともいえない 0名  
 どちらかといえば理解できなかった 1名  
 理解できなかった 0名  
 その他 0名

## 5 まとめ

今年度の実習は、前年度の課題をふまえて1泊2日の日程で行い、プログラムの内容を充実させようと試みた。今回の実習内容の多くは、生徒が普段あまり経験することのできないものであった。従って、生徒は様々な生物および生物現象を、見たり、触れたり、実感・感動するなどして五感で捉えることができ、それが生徒の興味・関心を向上させ、生物学に対する見方や考え方を養うものであったと思われる。また、大学教員および大学院生のご厚意と協力により、実習内容の説明や結果の解説などにおいては大変わかりやすく指導していただいた。事後アンケートの結果から、ほとんどの生徒が、講義や実験の内容、実験上の操作の意味や目的、種々の生物の特徴などについておおよそ理解できたようである。さらに、漁場や藻場の生態系を取り巻く環境問題にも触れていただき、身近な自然環境で起こっている問題の現状を知らせるとともに、そのような問題について自分なりに考える機会を生徒に与えることができた。

(7) 今回のプログラムで印象に残ったことを書いてください。(複数回答あり)

ウニの発生する過程を実際に観察できたこと 4名  
 島に渡って海産生物を採集できたこと 1名  
 海に様々な生物が生息していたこと 1名  
 海産生物を解剖して内部のつくりを調べたこと 2名  
 ウミホタルを観察したこと 1名

(8) このプログラムについて改善すべきだと思う点があれば書いてください。

実習時間が少なかったので増やしてほしい 1名  
 日程が過密でよく理解できなかった内容があるので時間的に余裕がほしい 1名  
 特になし 4名

(9) このプログラムを体験する前に、事前に学習しておけばよかったことがあれば書いてください。

生物についての基礎知識 3名  
 ウニのからだのつくり 1名  
 特になし 2名

(10) このプログラムを終えて、さらに学んでみたいと思うことがあれば書いてください。

磯の生物の種類や名前について 1名  
 海産生物の同定・分類のしかたについて 1名  
 ウニの発生過程の詳細について 2名  
 海洋の生態系について 1名  
 特になし 1名

(11) このプログラムに関連して、その他に感想などがあれば自由に書いてください。

海産生物の解剖など生まれて初めての経験であり、貴重なものだった。  
 ウニが幼生になるまでの時間がとても早くて驚いた。生物の多様性の一端を見ることができ、良い経験になった。

日常では生き物にふれる機会が少ないので、短時間ではあったが貴重な経験を得ることができ、有意義な時間を過ごせた。

今まで以上に生物に対する興味・関心を持てるように

次年度の課題としては、主に3点が挙げられる。一つめは参加生徒の扱いである。今年度のように、高校生物履修者がいない状況でも、興味・関心を持たせることはできるが、より高度な知識や技能を習得させることが難しい。対象を高校生物履修者に限定することなどを含めて今後の再考が必要であるといえる。

二つめとして、実習内容の精選が挙げられる。決められたスケジュールの中で多くの内容をこなしていくことは、生徒あるいは大学のスタッフにとって負担が大きいものであった。プログラムの一つ一つの活動に対して生徒がゆとりを持って取り組み、ある結果や現象に対してじっくり考察することができるような内容を計画していくことが必要であるといえる。

三つめとして、事前の準備・指導が挙げられる。当日のプログラムをより充実なものとするために、大学スタッフとの打ち合わせをこれまで以上に綿密に行い、実習教材の準備などを含めて十分な連携を図ることが必要とされる。また、次年度以降は本校での事前指導の時間を十分に確保し、生徒が目的意識やある程度の知識や技能を備えて実習に臨めるようにすることが必要である。

【井上純一】

## <参考文献>

- 1) 竹下俊治・鳥越兼治・大塚攻・久家光雄,「海と海辺の生物を題材とした体験・学習活動の実践(1)」,

- 学校教育実践学研究第8巻，広島大学大学院教育学研究科附属教育，実践総合センター，2002，pp.49-55.
- 2) 鳥越兼治・大塚攻，「海と海辺の生物を題材とした体験・学習活動の実践(2)」，学校教育実践学研究第10巻，広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター，2004，pp.95-100.
- 3) 「生物臨海実習報告書」，広島大学・広島県立五日市高校・広島県立皆実高校・広島県立広高校，平成15年度S P P事業教育連携講座，2003.
- 4) 「広島大学生物生産学部紹介パンフレット」，広島大学生物生産学部，2005.
- 5) 「広島大学大学院生物圏科学研究科紹介パンフレット」，広島大学生物圏科学研究科，2005.
- 6) 長沢和也編著，「カイアシ類学入門」，東海大学出版会，2005，pp.3-18.