

研究ノート

教員養成課程における臨海実習—発生学・生理学教材編—

原田哲夫¹⁾*・邊見由美²⁾・藤田大輝¹⁾・
中城 満³⁾・伊谷 行²⁾

要 旨

高知大学教育学部で22年間実施されてきた「臨海実習」は、大学学部レベルの授業カリキュラムとして、大変教育効果の高い授業と言えよう。本稿では、この内容のうち第1弾として、発生学と生理学（浸透圧現象）の教材としてウニ類を使ったメニューを、また生理学（体色変化）の教材として、フナムシを対象としたメニューを紹介し、実際に臨海実習で行った結果を報告する。ウニ類やフナムシは臨海実験所など全国の海洋生物教育研究施設等周辺で、比較的容易に手に入る身近な生物である。ウニ類はヒトを初めとした脊椎動物に繋がる系統に位置し、ヘッケルの反復説に従えば、その発生を学ぶことは、ヒトにつながる系統発生を学ぶことでもあり、極めて重要な教材と言えよう。また、ウニ卵は、浸透圧現象を学ぶ格好の教材である。いずれも高等学校生物の内容である。フナムシはその背景に溶け込んだ状態に体色を変化させる能力がある。この体色変化は、体表面にある黒色素胞という細胞の収縮（体色が明るくなる）と展開（体色が暗くなる）によってもたらされる。黒色素胞の収縮と展開は5段階で表すことが可能であり、定量的に体色変化を評価できる。これらの実習メニューが高等学校の理科授業として、実施可能かどうか、検討を加える。

日本は海洋国であり、日本の海洋研究については、海洋研究開発機構や東京大学大気海洋研究所、全国の国立大学が持つ臨海実験所などがリードし、世界最先端のレベルにある。そのため、多くの研究成果が挙がっており、高等学校理科教育の教材として導入可能な潜在性を持ったものが多数存在すると考えられる。各臨海実験所などで毎年行われている「臨海実習」は海洋生物学の教育の場として貴重な存在であり、そこで行われるメニューの中には、簡素化することで高等学校理科にも導入できるものがある。また、動物進化は海で進んだものと考えられ、その海にすむ動物を教材とすることは、高等学校理科生物を学ぶ上で肝要であろう。しかしながら、高等学校理科生物教育における理科教材として、海洋生物が扱われている例はまだ少ない。

高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設は、学内外の学生と研究者による広範な利用に積極

的に対応するために全国で初めて設置された高知大学理学部附属臨海実験所（1953年設置）と高知大学農学部附属水産実験所（1963年設置）にその起源をさかのぼる。それら2つの実験所が発展的に統合改組され、それぞれの学部から独立した高知大学学内共同教育研究施設として1978年4月に高知大学海洋生物教育研究センター（2006年4月）が設立された。その海洋生物教育研究センターは現在の「高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設」に名称を変更して、現在に至っている。

高知大学では文理学部（後に理学部）生物学教室により昭和28年頃から、理学部附属臨海実験所にて臨海実習が行われて来ており、磯採集、ウニ発生、動物生理の3つの分野からなる。また、高知大学教育学部にも平成4年から、この3分野の内容を圧縮した形で筆頭著者によって臨海実習が開始された。教育学部でも臨海実習が行われるようになったのは、中学校や高等学校理科免許を与える高知大学教育学部理科分野では、海洋生物学の教材が免許取得者の生物分野教材として大いに期待されるためである。平成16年からは海洋生物学者の第5著者が加わり、船を用いた内容を含む分類・生態学分野が強化され現在に至っている。

2016年12月6日受領：2017年1月31日受理

1) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科環境生理学研究室
〒780-8520 高知市曙町2-5-1

2) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科海洋生物学研究室
〒780-8520 高知市曙町2-5-1

3) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理科教育学研究室
〒780-8520 高知市曙町2-5-1

*連絡責任者e-mail address: haratets@kochi-u.ac.jp

高知大学教育学部で実践されてきた「臨海実習」の教育効果のまとめ 理科教師は、自身の授業についての教育効果があると自身では感じていることが多い。しかし、客観的な指標を持ってそれを示すには、疫学的手法を導入し、介入研究を実施する必要がある。本研究でも、教材の教育的効果を測る介入研究にまでは至っていないが、22年間に渡る実践を通して、この実習を期会に、定性的効果について検討したい。本研究の教育的効果は、何より理科教員を志望する大学生の優れた教材となることを期待するものである。

「臨海実習」で扱う教材の高等学校「生物基礎」と「生物」への導入の可能性 理科学習指導要領で扱う、「動物の発生」に関連する内容は、「生物基礎」と「生物」の両教科に登場する。高校生にとって最も身近な自然は「自身の体」であり、ヒトの発生を学ぶことが望まれる。しかし、ヒトの直系でありながら、比較的構造が単純で、消化管や皮膚、真体腔（中胚様で囲まれた体の隙間）、内胚葉、中胚葉、外胚葉など、体の作りの本質的な基礎を学ぶ格好の教材となるのがウニの発生である。また、動物の進化は海で進んできたという背景も本教材の適切さをものがたるものである。このように、ウニの発生の高等学校理科教材としての潜在性は計り知れない。

本稿では、このようにウニ発生の他、ウニ卵を用いた浸透圧現象、及びフナムシを用いた体色変化について紹介する。また、これらの実習メニューが高校の理科授業として、実施可能かどうか検討する。

材料と方法

ウニ卵発生 ウニ類はヒトを初めとした脊椎動物に繋がる系統に位置し、ヘッケルの反復説に従えば(Sander 2002)、その発生を学ぶことは、ヒトにつながる系統発生を学ぶことでもあり、極めて重要な教材と言えよう。2010年頃から、毎年海の日を挟んだ3連休に臨海実習が高知大学海洋生物教育研究施設で行われている。第1日目の10時頃からウニ（ラッパウニ：*Toxopneustes pileolus*、バフンウニ：*Hemicentrotus pulcherrimus*など）の媒精を行う。技術職員の方にももって海洋生物研究教育施設周辺に潜って採集していただいた個体を使用する（Fig. 1）。最近では、放精、放卵を抑える為、20-25℃の

比較的低温度で海水飼育されていたラッパウニ個体を使う事が多い。雌雄の見分けが困難なため、任意に個体を選択し、口器（アリストテレスの提灯とも呼ばれる）を外した上で体内に0.6%KCl溶液を体内に注入することで、カルシウム拘縮を起こさせ、放精と放卵を強制的に行わせる。

コニカルピーカ（首部分が細くなった特殊なピーカ）に海水を一杯に入れる。ウニの口器をハサミ（眼科用剪刀が便利）で切り取り、口器側を上にしてピーカに置き、切り口に0.6モル（mol/L）の塩化カリウ



Fig. 1. An individual of a species of sea urchin (*Toxopneustes pileolus*) was reared in an aquarium which was kept at 20-25°C to inhibit spore of eggs or sperm by the individual. This individual had been collected in the sea near the Marine Biological Station for Research and Education in Kochi University.



Fig. 2. A scene of observation of sea urchin embryonic development under a photo microscope. They can observe the development of fertilization and 2-cell stage under the microscope.

ム溶液を注ぐ。塩化カリウムによって精子や卵が蓄えられた卵巣や精巣の筋肉がカリウム拘縮を起こし、放卵または放精が行われる。誤って受精させないよう、得られた卵と精子は別のトレイに分けて扱う。発生観察は2つの方法で行う。まず、実習生自身で顕微鏡下にて受精させ、24細胞期位まで観察させる (Fig. 2)。受精直後、受精膜が立ち上がるのを確認する (Fig. 2)。実習指導者の方で別に丸型水槽を用意し (Fig. 3)、海水を水槽の半分の高さまで入れた上で、精子と卵を混ぜ合わせ受精させる。

扱う精子や卵が多すぎないように調節することが重要である。放卵させてコニカルビーカーに5 mmほどの高さに溜まった卵を、予め半分の高さに海水を入れておいた培養用丸型水槽 (例えば直径30 cm、高さ20 cm) に移す。別のコニカルビーカーに放精させ、白濁している精子溶液からパストゥール氏ピペットで2-3回取ったものを、その培養用丸型水槽に注入して受精させる。顕微鏡下で直接受精させる場合には、放卵させてコニカルビーカーに5 mmほどの高さに溜まった卵や、白濁した精子溶液をいずれも約10倍に海水で薄めたものをそれぞれパストゥール氏ピペットで取って1滴取って受精させる。

受精後7-8時間は発生段階が進んでいくので、各段階でのスケッチを描かせるるとよい。指導者が前に時間と発生ステージ、室温を表示するのも1つの方法であろう (Fig. 4)。培養中のウニは底にたまり

がちであるので、頻りに攪拌しながら、新鮮な海水を1時間毎に足すようにする。培養中はエアポンプを用いて培養水槽内に酸素を供給し続ける。その際、空気が出るチューブの先端に細かな泡が出る石



Fig. 4. Rearing scene of sea urchin embryo and larvae which are developing in aquaria under room temperature of around 25°C. The amount of sea water can be till the half height of the aquarium height at the fertilization stage. Fresh sea water can be added every 1 hour to the aquaria. Till the stage of hatching out from fertilization membrane, eggs which were accumulated at the bottom can be scattered to the sea water by blowing sea water using a pipette. After the hatching out, the dead embryos and larvae should be deleted using the pipette to keep clean. If the fertilization was also performed in the mid-night, the observation of the development which is performed in 7-17 hours after the fertilization can be available in the day time in which the class goes on.

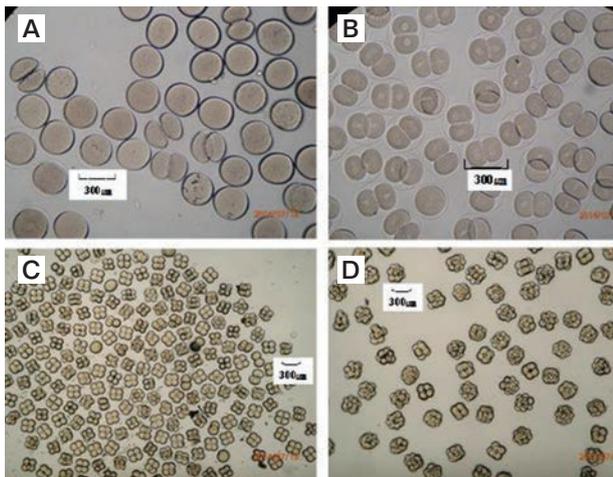


Fig. 3. Early stage of embryonic development of a species of sea urchin. A: Within 1 hour after fertilization, fertilization membrane around the egg; B: 1 hour from fertilization, the stage of 2 cells; C: Around 2 hours from fertilization, the stage of 4 or 8 cells; D: Around 3 hours from fertilization, the stage of 8 or 16 cells; room temperature was 24.5-26.5°C.

Time	AT (°C)	WT (°C)	Developmental Stage
7:00	26.5°C	25.5°C	受精 (Fertilization)
12:00	26.2°C	25.5°C	①受精膜 ②4-5細胞
13:00	25.6°C	25.2°C	①4-5細胞 ②4-5細胞
14:00	25.3°C	25.0°C	DF-16細胞 ③4-16細胞
15:00	24.5°C	24.9°C	①16細胞 ②8-16細胞
16:30	24.7°C	24.0°C	①16細胞 ②16細胞
19:30	26.4°C	25.0°C	①16細胞 ②16細胞
20:00	25.0°C	25.2°C	①16細胞 ②16細胞
9:30	25.6°C	25.5°C	①16細胞 ②16細胞

Fig. 5. A white board in which developmental data were shown during a practical class of sea urchin embryonic and larval development. Time of day, room temperature at the fertilization and developmental stages appear on the board.

を装着するとよい。培養水槽は途中で保険として2 - 3個に分けておく。観察は実習が終了する直前の3日目の午後まで続く。

ウニ卵浸透圧 ウニ卵の細胞膜は半透性がある為、溶媒である水は通すが、溶質であるナトリウムイオンや塩素イオンは通さない。従って、水のみが「拡散」し、細胞内外の濃度が釣り合ったところで、「拡散」は止まる。ウニ卵の体積は周りの海水の塩分濃度が低い程大きくなり、高い程小さくなる。

海水と蒸留水を用意する。ビーカとメスシリンダを使って様々な濃度の海水を作成させる。海水と蒸留水の比が、100 : 0、100 : 20、100 : 40、100 : 60、100 : 80になるように混ぜる。また、125%海水を予め作成しておく。125%海水は1000 mlの海水を温めて800 mlになるまで沸騰させ続けて作る。

これら6種類の海水に、予め塩化カリウム溶液で強制放卵させておいたウニ卵をなじませる。これには、先をつぶした試験管を利用する。この試験管は一般的な試験管の底をバーナーで温めながら、ペンチなどの工具で先端をつぶすことで作成できる。この試験管に、自然海水になじませたウニ卵を取り、遠心分離機（手動のもの）にかけて、ウニ卵を試験管の潰れた部分に集め、上の液のみを捨て、代わりに馴染ませる濃度の実験海水を入れて攪拌し、同じように遠心分離にかけ、同じ濃度の実験海水を再度入れる。再度行うことで前の濃度の海水をほぼ完全にのぞくことができる。このように各液になじんだ卵の直径を測定し、球体積の公式 ($v=4/3\pi r^3$) により、卵の体積を求める。

フナムシの体色変化 フナムシ (*Ligia exotica*, Fig. 5) は、高知県土佐市宇佐町井尻にある、高知大学附属海洋生物研究教育施設の近くにある船着場付近で採集できる。船着場のコンクリート塀に群棲しており、補虫網などでも採集できるが、玉網が便利である。採集されたフナムシは実験の前日に白背景または黒背景に置き、順応させる (Fig. 6)。直径30 cm、高さ20 cmの透明水槽を2つ用意する。実習生には予め、自分が実験対象とするフナムシ個体を決めさせ、それぞれのフナムシをシャーレに入れ目印を付ける。シャーレに入ったフナムシを透明水槽に入れ、別の同型水槽を逆さにして蓋とする。背景暗順応として、水槽の下に黒い画用紙を置き、背景明順

応として、白い画用紙を置く。

翌日実験開始直前、暗順応フナムシと明順応フナムシの黒色素胞の収縮・展開度を5段階で評価しておき、暗順応フナムシは背景明順応の水槽に、明順応フナムシは背景暗順応の水槽にそれぞれ移し、10分毎に黒色素胞の収縮・展開度を60分経過時まで評価する。



Fig. 6. Individuals of wharf roach (*Ligia exotica*) which were collected on the shore near to the marine biological station and kept in aquaria for the adaptation to light or dark surroundings for 24 hours.



Fig. 7. Experiment on the body color change in wharf roach. The wharf roach individuals are in adaptation to light (right) or dark (left) surroundings for 24 hours before the observation of the dispersal (dark color) and contraction of the pigments of black pigment cells.

結果と考察

本稿では、2014年7月19日から21日に行われた実習での結果を例に述べる。

ウニ卵発生 ラップアウニを使用した。7月19日午前11時53分に媒精した。直後に受精膜が上がる (Fig. 3A)。水温は24.0℃から25.5℃の間に、気温は24.5℃と26.5℃の間であった。12時には2細胞期 (Fig. 3B) となり、13時には4細胞期と8細胞期が見られた (Fig. 3C)。14時には8細胞期と16細胞期が見られた (Fig. 3D)。15時には16細胞期と桑実胚に達した。16時30分には胞胚が見られ、19時30分には、受精膜の破れ (hatching out) がほぼ終了し、胚が遊泳していた (Fig. 8A)。翌20日の朝6時には囊胚初期になっていた。11時30分には陥入が始まっていた (Fig. 8B)。16時30分には初期プリズム胚が見られた。18時30分には完全なプリズム胚が見られるようになった (Fig. 8C)。翌21日の8時に観察すると、プルテウス胚が見られ、14時45分には4本の腕が朝より伸びていた (Fig. 8D)。実習終了後発生させたウニ幼生は海に戻した。

Sarifudin *et al.* (2016) は、熱帯産の別種 (*Diadema setosum*) を16℃から31℃まで、様々な温度で、本実習と同じように初期発生を観察している。本研究と

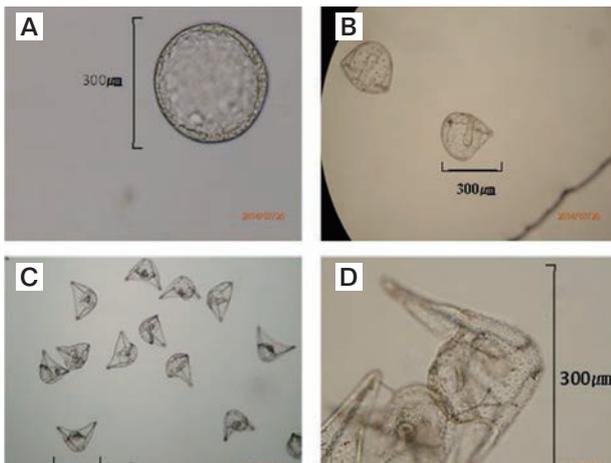


Fig. 8. Early larval development of a species of sea urchin. A: Around 8 hours after fertilization, a larvae is swimming after hatching out from fertilization membrane; B: Larva in which most of digestive tract was developed in around 24 hours after fertilization; C: Larva in stage of prism around 29 hours fertilization; D: Larva in stage of pluteus around 50 hours after fertilization; room temperature was 24.5-26.5℃.

比較可能な25℃での発生経過と比較すると、ほぼ同じ経過を辿るが、本研究でのラップアウニは受精後8時間で全部が胞胚期に達しているのに対し、*D. setosum*では、32細胞期と胞胚期が半分ずつと、少し本研究での発生の方が速い。胞胚期までの発生に於いても同様であった。高知は暖温帯に位置するが、黒潮の流域であり、海水温が高いことが、熱帯産と同様の発生スピードであったことと関係しているかもしれない。また、発生させる水槽に激しく空気を供給したことによって、発生スピードを速くした可能性も否定できない。

ウニ卵浸透圧 Figure 9は2014年度の臨海実習で行われた実験の結果を表す。浸した海水の塩分濃度が高い程、ウニ卵の直径が小さくなっている。100%の時 (自然海水) を基準にすれば、125%の場合、水が卵外に出て濃度が釣り合い、逆に塩分が低くなればなるほど、外から水が多く流入して卵内外の濃度が釣り合って安定する。

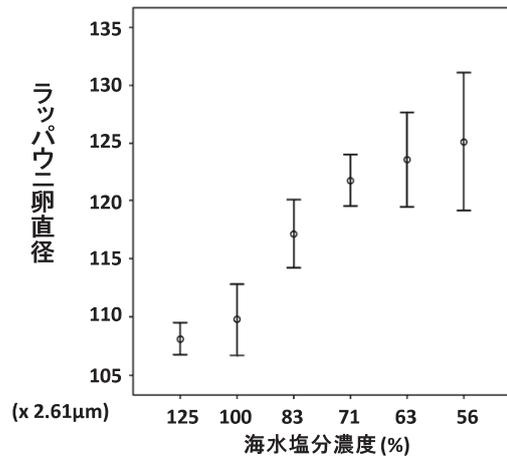


Fig. 9. Relative concentration of soluble and diameter after adaptation into each concentration.

フナムシ体色変化 ここでも2014年7月に行われた実習の結果を述べる。実習生を2人1組に分け、実験には合計10組が参加した。各時点でランダムに4つの黒色素胞の収縮・展開度を評価した。1は黒点の状態にまで収縮した場合で、5は最大限に展開した場合である。背景が明から暗に変化した場合、わずか10分でランク1はほぼ半分減り、ランク3は時間経過と共に40分まで増え、その後はランク4が増える経過を見せた (Fig. 10A)。一方、暗から明へ

変化した場合、ランク 1 が時間の経過と共に増え続ける結果となった (Fig. 10B)。

フナムシは沿岸部の漁港などに普通に見られる節足動物であるが、有害物質のtributyltin (TBT) の蓄積量の研究などに用いられている (Undap *et al.* 2013)。フナムシと並んで「生きた化石」と呼ばれ、約 3 - 5 億年その姿を留めているダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) (Ali *et al.* 2010) や水生甲殻類 (Rao and Riehm 1989) では、体色変化に顆粒拡散ホルモン (Pigment Dispersal Hormone) が関与している。このように、大変身近で簡単にそして比較的大量に採取できるフナムシやダンゴムシなどの身近な甲殻類についての研究はある程度進んでおり、どれも学校教育現場で応用できる基礎情報となり得るものであり、新しい教材開発が待たれる。

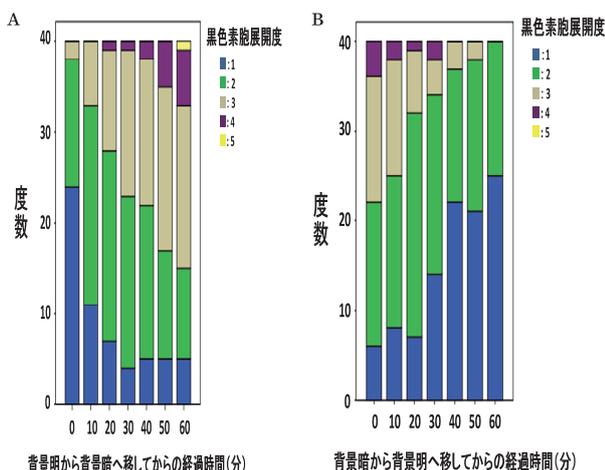


Fig. 10. Change in dispersal of black pigments in pigment cells when wharf roaches were moved from light to dark environment (A). Gradual expanding of black pigments can be seen. Change in dispersal of black pigments in pigment cells when they were moved from dark to light (B). Gradual contraction of pigments can be seen.

注意すべき点と高等学校理科授業教材化の可能性

ウニ卵発生 光学顕微鏡を使い慣れていない場合、顕微鏡を見ながら媒精させることは案外難しい。十分に「絞り」を効かせていないと、受精膜が認識できない。Figure 3では、十分絞りを効かせた上で撮影しているので受精膜を確認することができるが、絞りを効かせていないと全く認識できなくなる。陥

入が始まった部分と終わる部分のどちらが口になり、肛門となるのかを意識させる必要がある (ウニは棘皮動物に分類され、後口動物である)。また、プルテウス幼生を観察しながら、内胚葉、中胚葉、外胚葉の学習も行えるであろう。様々なステージの標本 (プレパラート等) を自ら作成しておくか、市販のものを購入すれば、高等学校理科の授業で教材が使用できる。小林 (2005) はウニ卵のプルテウス幼生発生成功率と海水中の重金属汚染度の関係についてバイオアッセイ実験を行った。環境汚染との関係を探らせる環境教育教材 (大学学部レベル以上) としてもウニの発生は可能性を秘めている。

ウニ卵浸透圧 本項目では様々な濃度の液を作成し、また遠心分離や先つぶし試験管を使った液の交換などを行うので、技術的なトレーニングとなる。また、対物マイクロメータと接眼マイクロメータを使用して、1目盛の長さを算出する作業では、「対物マイクロメータという、ものさしで接眼マイクロメータの目盛を計る」という概念を理解し難い実習生が少なからず存在した。粘り強い指導が望まれる。ウニさえ手に入れば、高等学校の浸透圧実験用に十分に使用できるであろう。ただ、ウニ卵を様々な海水濃度に浸すところまでの準備を授業者が行っておく必要があるかもしれない。Adams *et al.* (2003) は、ある種のウニ卵 (*Evechinus chloroticus*) を用いて、ウニ卵の浸透圧現象を水の移動に焦点を当てて詳しく調べている。それによれば、卵が晒されている海水の浸透圧濃度に合わせて、卵膜が水が移動するのにかかる時間は未受精卵で約50分、受精卵だと約25分と半分であることを示した。受精によって、膜の水透過性が高くなり、外界の変化への反応が速くなるようである。受精卵と未受精卵の浸透圧現象の違いをテーマに、実習に取り入れることは可能であろう。僅か25分から1時間の時間帯に素早く卵直径を計測できるよう、これまでの実習メニューに慣れた後であれば十分可能であろう。

フナムシ体色変化 フナムシを素手で触れることが出来ない実習生が数多く存在する。フナムシに直接マーキングするとそれによるダメージも考えられることと合わせ、最近ではシャーレにフナムシを入れた状態で、実体顕微鏡下で、黒色素胞の収縮・展開度の評価をさせている。中学生以上であれば、2時

間連続で授業時間を確保すれば、理科実験として可能と考えられる。その場合、既に暗順応および明順応を促すための背景や水槽の設置とフナムシの準備を行っておくとよい。実習生はシャーレに入ったフナムシの黑色素胞の評価のみを行えばよいであろう。

高等学校学習指導要領解説「理科編・理数編」(文部科学省 2014)に見られる本教材との関連性 「生物基礎」の目標の中には、「生物学的に探究する能力と態度を育てる」及び「科学的な見方や考え方を養う」という文言が見られる。これらの目標は、通常の授業では達成を望めない。本稿の教材にあるように、「ウニの浸透圧実験」や「フナムシの体色変化実験」など実際の生物と対峙し、その「言葉」を実験を通して聞き取ることをしなければ達成できない目標である。

「生物」の項目には、「(2) 生殖と発生」という単元があり、学習目標として「生物の生殖や発生について観察、実験を通して探究し、動物や植物の配偶子形成から形態形成まで仕組みを理解させる」とある。本稿の「ウニの受精と発生観察」はこの目標に合致しており、教員養成課程理科専攻の学生にとっては理科教師としての基礎的指導力を養う上で効果的であろう。

謝辞

本研究の研究協力者でもある、高知大学教育学部開講の生物学実験2(臨海実習)の受講生の皆さん(1994-2016年度受講)に深く感謝もうしあげたい。また、本研究に使用されウニ類は、海洋生物研究教育施設(旧海洋生物教育研究センター)技官の井本善次氏の採集及び飼育の上に利用可能となった。井本氏に深くお礼申し上げる。

引用文献

- Adams S.L., Kleinhans F.M., Mladenov P.V., and Hessian P. A. 2003. Membrane permeability characteristics and osmotic tolerance limits of sea urchin (*Evechinus chloroticus*) eggs. *Cryobiology* 47:1-13.
- Ali M.M.A., Hiragaki S., Tufail M., Shao Q.-M., and

- Takeda M. 2010. Precursor structure, distribution and possible functions of pigment-dispersing hormone (PDH) in the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille). *Journal of Insect Physiology* 56: 1728-1737.
- 小林直正 2005. ウニを用いた海水汚染のバイオアッセイ 環境科学雑誌18: 155-167.
- 文部科学省 2014. 高等学校学習指導要領解説「理科編・理数編：生物基礎及び生物」pp. 73-94.
- Rao R. K. and Riehm J. P. 1989. The pigment-dispersing hormone family: chemistry structure-activity relations, and distribution. *Biological Bulletin* 177: 225-229.
- Sander K. 2002. Ernst Haeckel's ontogenetic recapitulation: irritation and incentive from 1866 to our time. *Annals of Anatomy* 184: 523-533.
- Sarifudin M., Rahman M.A., Yusoff F. A., Arshad A., and Tan S.G. 2016. Effect of temperature on embryonic and early larval development of tropical species of black sea urchin, *Diadema setosum*. *Journal of Environmental Biology* 37 (Special issue): 657-668.
- Undap S. L., Matsunaga S., Honda M., Sekiguchi T., Suzuki N., Khalil F., Qiu X., Shimasaki Y., Ando H., Sato-Okoshi W., Sunobe T., Takeda S., Munehara H., and Oshima Y. 2013. Accumulation of organotins in wharf roach (*Ligia exotica* Roux) and its ability to serve as a biomonitoring species for coastal pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 96: 75-79.

One example of marine biological practical menu for science teacher training course in Japan: Developmental Biology and Physiology

Tetsuo Harada^{1)*}, Yumi Henmi²⁾, Daiki Fujita¹⁾, Mitsuru Nakajo³⁾, Gyo Itani²⁾

¹⁾ Laboratory of Environmental Physiology, Graduate School of Integrated Arts and Sciences,

Kochi University

²⁾ Laboratory of Marine Biology,
Graduate School of Integrated Arts and Sciences,
Kochi University

³⁾ Laboratory of Science Education,
Graduate School of Integrated Arts and Sciences,
Kochi University

Abstract

A marine biological practical course for science teacher training curriculum has been held in Faculty of Education, Kochi University for 22 years till 2016. This course seems to have very efficient educational effects to teach biological contents using marine biological materials. In this study, teaching materials were sea urchin for developmental biology and physiology (osmotic pressure) and wharf roach (*Ligia exotica*) for body color change. Results of each observation and experiment in a practical course held in 2014 are

introduced in this study. Sea urchin and wharf roach are materials which are relatively easy to be collected in the sea and shore near to marine biological stations in the whole Japan. Sea urchin is so called "key teaching material" for learning development biology, because this animal is located just before the vertebrates from phylogeny view point and also another view point of recapitulation theory by Haeckel. Moreover, sea urchin eggs are suitable materials to learn the phenomena of osmotic pressure shown by cell membranes. The both issues are contents of text book in senior high school biological course in Japan. The wharf roach can change their body color to similar one to the surroundings as a camouflage. This color change is due to the dispersal (dark color) and contraction in the pigments of black pigment cells. The extent of dispersal/contraction can be expressed as 5 stages of index as a quantitative evaluation. Whether these teaching materials are effective in educational scene is discussed in this study.

Key words: Sea urchin, wharf roach, developmental biology, osmotic pressure, body color change.