

研究ノート

教員養成課程における臨海実習

—分類・生態学教材編—

Marine biology course as a program at the Faculty of Education:
an example of teaching marine biodiversity and ecology

邊見 由美 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科海洋共生生物学研究室)¹
桐原 聡太 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科海洋共生生物学研究室)¹
古木 隆寛 (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)²
原田 哲夫 (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)²
伊谷 行 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科海洋共生生物学研究室)¹

HENMI Yumi¹, KIRIHARA Sota¹, FURUKI Takahiro², HARADA Tetsuo² and ITANI Gyo¹

¹ *Laboratory of Marine Symbiotic Biology, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University*

² *Laboratory of Environmental Physiology, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University*

ABSTRACT

The marine biology course as a program at the Faculty of Education is held at Usa Marine Biological Institute, Kochi University. Here, we note an example of teaching marine biodiversity and ecology. In this class, the student observes the biota, especially benthos, in rocky shore, tidal flat, salt marsh and sandy beach, and study food webs and environmental preservation of the ecosystems. In addition, they learn about basic production in marine environment by collecting and observing phytoplankton and zooplankton.

キーワード：臨海実験所、生物多様性、動物門、食物網、デトリタス、ベントス

Keywords: marine biological laboratory, biodiversity, phylum, food web, detritus, benthos

I. はじめに

小学校理科では、第6学年において生物と環境の関わりについて学習するにあたり、「野外に出掛け地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れる」ことが求められている（文部科学省、2017a）。「小学校学習指導要領解説 理科編」（文部科学省、2017b）によると、「地域教材を扱う理科の学習では、できるだけ地域の自然と触れ合える野外での学習活動を取り入れるとともに、遠足や野外体験教室、臨海学校などの自然に触れ合う体験活動を積極的に活用することが重要である」と解説されている。この指導にあたっては、指導者自身がこれまで自然に親しむ活動や体験をしていることが要求されている。

中学校理科では、第2分野において生物と環境の関わりについて学習する。ここでは、「自然界のつり合い」として、生産者と消費者に加えて分解者の役割を学ぶとともに、「自然環境の調査と環境保全」においては、「身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること」が求められている（文部科学省、2017c）。「中学校学習指導要領解説 理科編」によると、自然環境の調査と環境保全について、地域の事例を扱う際に「人間の様々な活動が、自然環境を変化させたり、生物の生息数を変化させたりして、自然界のつり合いに影響を与えていることを見いださせるようにする。また、気候変動や外来生物についても触れる。」と解説されている（文部科学省、2017d）。ここでも、指導者には、地域の自然と生物に関して、自身の体験に基づく深い知識が必要とされている。

地域の自然や生物を取り扱うため、野外での観察活動を通じた学習が想定されるが、多くの教員が野外観察活動における指導の困難さを感じていることが報告されている。その理由として、例えば、小学校教員を対象とした調査では、「専門的知識の不安や指導技術の不足」が一番にあげられている（三橋・中村、2011）。さらに、教員志望学生を対象とした調査では、動植物名に関する知識が野外観察を指導する自信に影響を及ぼすことが明らかになっている（佐藤・栗原、2017）。すでに教員養成課程に在籍する学生へのアプローチとしては、身近な自然や生物に対する広い知識を得られるような授業が考えられる。

また、中学校理科では「生物の観察と分類の仕方」や「生物の体の共通点と相違点」で軟体動物門や節足動物門などの無脊椎動物を扱う（文部科学省、2017d）。この単元を指導するにあたり、教科書で扱われているよりも遥かに多様な動物門が無脊椎動物にあることを知ることも、指導者には求められるであろう。

高知大学教育学部で開講されている「生物学実験 II」（以降、臨海実習）では、上記の課題に対応した授業を、高知

大学総合研究センター海洋生物研究教育施設（以降、宇佐臨海実験所）を利用して2泊3日の日程で集中講義にて行っている。本授業では、おもに高等学校の理科教育の内容である発生学・生理学と、おもに小中学校の理科教育の内容である分類・生態学の実験や観察を扱っており、本稿では分類・生態学の実践例を紹介する。発生学・生理学分野の内容については、原田ほか（2017）を参照されたい。

II. 宇佐臨海実験所と付近の自然環境

宇佐臨海実験所は土佐湾中央部の浦ノ内湾湾口部に位置する。本施設には4名の教員ポストがあり（現在は1名が欠員となっている）、主に理学部と農林海洋学部の学部生、理学専攻と農学専攻、および黒潮圏総合科学専攻の大学院生の教育研究の場となっている。施設には、研究棟、宿泊棟、飼育棟と水槽棟の設備が揃っており（図1）、また、4艘の船舶と海面養殖施設（筏）を用いた野外調査も可能であることから、西日本の国立大学のなかでは最大級の臨海実験所である。

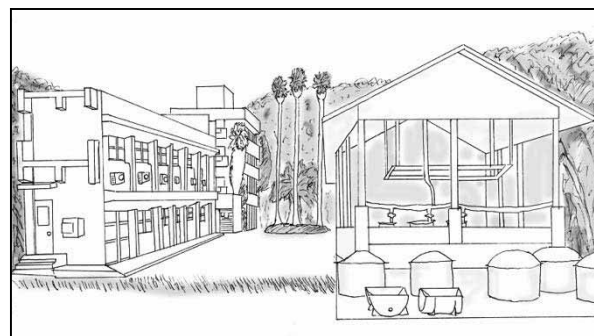


図1. 宇佐臨海実験所（高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設）。

浦ノ内湾は、狭い湾口部を有する強内湾性を示す入江で、各地に干潟を生じる。その多くはすでに埋め立てられてしまったが、いまでも各所に小規模な干潟が残存する。また、浦ノ内湾の南岸を構成する横浪半島は、太平洋側では大規模な岩礁海岸を形成している。すなわち、宇佐臨海実験所の周囲には、岩礁から干潟までのさまざまな海岸環境を見ることができる（図2）。臨海実習では、干潮時に磯、干潟、塩性湿地、砂浜の生物相を観察し、受講生とともに各生態系のなりたちと環境保全状の問題点を検討する。また、海洋生態系の基本要素である水柱よりプランクトン採集を行い、海洋の基礎生産について学ぶ。

III. 臨海実習における理科教育の実践例と解説

本節では、臨海実習における教育実践例を紹介し、理科教育における指導のポイントを解説する。授業における海洋生物学および海洋生態学の一般的な解説は、西村・山本

(1974)、ラファエリ・ホーキンス (1999)、日本ベントス学会 (2003) と日本生態学会 (2016) によった。特に、干潟や砂浜の生物相と保全に関しては、加藤 (1999)、和田 (2000)、三浦 (2008)、日本ベントス学会 (2012)、鈴木ほか (2013) と渡部 (2014) に、岩礁の生物相に関しては今原 (2016) に、プランクトンに関しては日本プランクトン学会 (2011) と岩国マイクロ生物館 (2013) に基づいた。

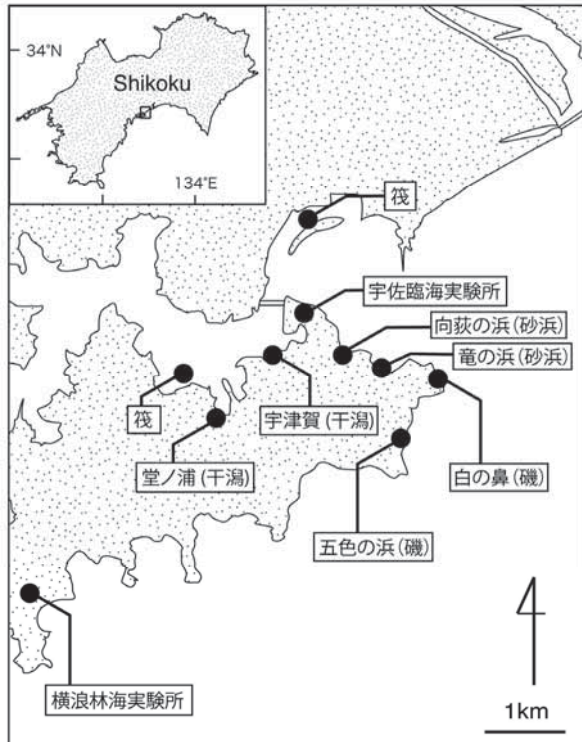


図2. 宇佐臨海実験所（高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設）の周辺図。

1) 磯の生物観察

宇佐臨海実験所の前の転石海岸で実施することが多いが、外洋と内湾の磯の生物相を比較する場合には、外洋の磯として五色の浜もしくは白の鼻、内湾の磯として宇津賀もしくは堂ノ浦付近の岩礁部を訪れ、生物相の比較を行う (図3)。

岩礁生態系の生産者は水柱の植物プランクトンがメインであるが、岩の表面には底生珪藻が付着する。さらに、ホンダワラ類などの海藻も見られるが、夏期の潮間帯では目立たない。一次消費者としては、岩に固着して植物プランクトンを濾過して食べるベントス (底生動物) の存在が特徴的である。例えば、クロイソカイメン (海綿動物門) やチゴケムシ (苔虫動物門) のような一見動物に見えないようなものから、イガイ科の二枚貝 (軟体動物門) やフジツボ類 (節足動物門) まで、多様な動物門からなる。また、底生珪藻を食べるのは多様な巻貝類 (軟体動物門) であり、

カサガイ類やヒザラガイ類が顕著である。捕食者としては、カニ類や魚類のほか、カサガイ類やフジツボ類に小孔をあけて捕食するイボニシなどの肉食性巻貝類の存在が注目される。外洋と内湾に磯を比較した場合には、付着性二枚貝として優占するイガイ類が、外洋ではムラサキイソガイであるのに対し、内湾ではヒバリガイモドキになっていることを観察できる。また、フジツボ類では、クロフジツボが外洋に、イワフジツボが内湾に生息する。



図3. 外洋の磯 (上) と内湾の磯 (下) における実習の様子。

岩礁域や内湾域の岸壁では潮上帯から潮間帯、潮下帯にかけてのベントスの分布を一目で見渡すことができる。ここでは、乾燥への耐性と生物間の捕食や競争関係の結果、潮位に応じて明瞭に生物の分布が異なる帯状分布が観察される。潮があまり引かない小潮の干潮時でも、潮上帯にはアラレタマキビ (巻貝)、潮間帯上部にはイワフジツボ (甲殻類) とクログチ (二枚貝)、潮間帯中部にケガキ (二枚貝) という帯が容易に観察される。

岩礁域では、開発による生息場所の喪失の事例は少ないが、内湾域では道路建設や道路拡張の影響を受ける。また、内湾の岩礁や岸壁には、外来性二枚貝類のミドリイガイが観察され、在来生物への影響も懸念されている。ミドリイ

ガイはブイやロープ、筏のフロートなどにも付着するため、実習では、高知大学が所有する筏で付着状況を観察することもある。

2) 干潟の生物観察

堂ノ浦または宇津賀の干潟で実施する(図4)。堂ノ浦は砂泥質で宇津賀は砂質の傾向が強い。堂ノ浦の方がより多様な生物を観察できるため、後述のプランクトン採集で技術職員に船を出してもらう場合には堂ノ浦で実習を行う。徒歩で出かける場合は、より近い宇津賀で行う。



図4. 干潟における実習の様子(上)とハクセンシオマネキ(下)。

生産者は水柱の植物プランクトンと砂泥表面の底生珪藻である。一次消費者として植物プランクトンを食べるのは濾過食を行う埋在性のベントスである。ケマンガイやソトオリガイ(二枚貝)、Y字型の巣穴を形成するヨコヤアナジャコやコブシアナジャコ(甲殻類)、さらに、U字型の棲管を形成するツバサゴカイは潮が満ちると摂食活動を行う。干潮時に干潟表面で活動するのは、ハクセンシオマネキ(図4下)やチゴガニ(甲殻類)、ウミニナ(巻貝)などであり、砂泥表面に付着する底生珪藻を食べる。彼らは生物の遺体や糞粒に由来する有機物であるデトリタスも同時に食するため、一次消費者でもあり、また分解者でもある。捕食者としては、満潮時に干潟域に遊泳してくるカニ類や魚類、干潮時に飛来するシギ・チドリ類(鳥類)

のほかに、二枚貝類に小孔をあけて補食するツメタガイやホウシュノタマなどの肉食性巻貝類が干潟に生息している。軟らかい泥が蓄積した干潟の潮下帯には、魚類のチワラスボが巣穴を形成しており、堆積物中でベントスを補食する。

干潟では巣穴共生や体表共生などの住み込み共生の様子が観察される。ヨコヤアナジャコの体には胸部にマゴコロガイ(二枚貝)、鰓にマドカアナジャコヤドリムシ(甲殻類)、腹部にシイノアナジャコフクロムシ(甲殻類)が見られる。巣穴内には、トリウミアカイソモドキヤクボミテッポウエビ(甲殻類)が住み込んでおり、ヒモハゼヤクボハゼ(魚類)が隠れていることもある。ツバサゴカイの棲管には、ムツアシガニやウチノミヤドリカニダマシ(甲殻類)が住み込んでいる。

干潟は開発による生息場所の喪失が著しく、1945年以降、国内の干潟の40%が埋め立てで失われた。高知県では浦戸湾、浦ノ内湾、須崎湾と宿毛湾、そして四万十川河口に小規模な干潟が点在するが、その大部分は埋め立てられてしまった。堂ノ浦と宇津賀は浦ノ内湾に奇跡的に残存する干潟であり、実習における観察においても、干潟の生物に悪影響がないように留意している。2017年の実習で観察された37種の二枚貝・巻貝類と甲殻類のうち(図5)、13種が環境省のレッドリスト(環境省、2017a)または海洋生物レッドリスト(環境省、2017b)に掲載されている。特に絶滅が心配される種として、コブシアナジャコとハクセンシオマネキが絶滅危惧II類(VU)にランクされている。

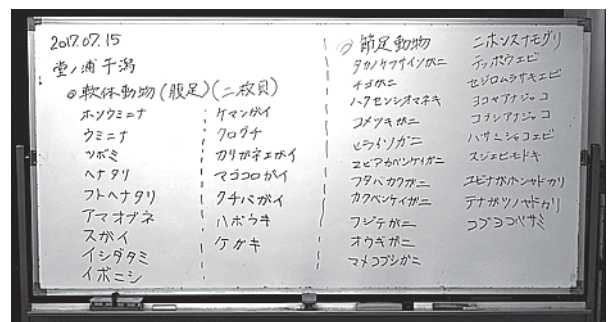


図5. 干潟における実習で観察されたベントスのリスト。

3) 塩性湿地の生物観察

塩性湿地は干潟の潮上帯に形成される耐塩性を有する植物からなる草地である(図6)。塩性湿地は干潟の一部分であるが、埋め立てや開発による生息場所の喪失が著しく、高知県では数カ所しか残存していない。このため、特に注意を払って観察と解説を行う。堂ノ浦または宇津賀の干潟の潮上帯で実施するが、堂ノ浦の方が塩性湿地を構成する植物相が豊かである。

浦ノ内湾では、ハマサジやハママツナを容易に観察できる。ハマサジはイソマツ科の草本で、へら型の厚い葉がタンポポのように広がるほか、夏期には葉茎を伸ばして多数の花をつける。ハママツナはアカザ科の草本で、肉厚の葉が顕著で、秋に紅葉する様子は、有明海で著名な同属のシチメンソウと同様である。その他、キク科のウラギクは冬前に紫色の花をつける。このようにさまざまな科の植物があることから、耐塩性の進化が独立に複数回起きたことが分かる。塩性湿地の茂みの中には、フトヘナタリ（巻貝）やユビアカベンケイガニ（甲殻類）などのベントスが観察される。



図6. ハマサジ（中央）とハママツナが優占する、堂ノ浦の塩性湿地。

4) 砂浜の生物観察

向荻の浜やその南側の竜の浜で実施する。

磯や干潟と比較して、砂浜にはほとんどベントスや魚類が観察されない。それは、岩のような付着基質がないことに加え、干潟のような安定した堆積物環境ではなく、砂がたえず波による攪拌を受け、巣穴を形成する生物の棲息もできないことによる。それでも、注意深く観察すると数種のベントスを見いだすことができる（図7）。潮間帯では、波の動きに合わせて移動する様子から“波遊び”する貝として有名なナミノコガイ（二枚貝）や同様の習性をもつハマスナホリガニ（甲殻類）などが見られる。ナミノコガイは水柱中の植物プランクトンを、ハマスナホリガニは小型甲殻類などを食べるとされる。さらに、キンセンガニがこれらを捕食する。

砂浜海岸の潮間帯上部では、漂着物にも注目したい。打ち上げられた流木や海藻を持ち上げると、ハマトビムシ類（甲殻類）が跳ねる様子が観察される。ハマトビムシ類はヨコエビの仲間であり、分解者として機能している。高知県の打ち上げ貝を利用した教育プログラムについては、山田・伊谷（2008）に記述がある。また、生物だけでなく、ゴミも浜辺に打ち上げられる。特に近年は、マイクロプラ

スチックによる海洋汚染が注目されており、海洋ゴミが与える生態系を含めた環境への影響が懸念されている。

砂浜の上部には砂が高く堆積した砂丘があり、ハマヒルガオやハマゴウが花を咲かせている。その背後にはクロマツ林が広がっており、潮間帯からクロマツ林までが一体となって砂浜海岸として機能している。しかし、砂丘や海岸林は開発されて住宅地や道路になっていることも多く、臨海実習で訪れる砂浜も、砂浜の上部は失われている。

高知県内で、砂浜の生態系を海岸林から渚まで一体となって観察できるのは、土佐清水市の大岐の浜と黒潮町の入野海岸である。ここでは、ミゾガイや全国的に希少なオガタザラ（二枚貝）の貝殻を拾うことができる。大岐の浜に関しては、2015年に大岐地区の山林に大規模太陽光発電所の建設が予定されていたが、森林伐採による土砂流出や除草剤散布による海洋汚染を懸念した住民らの反対運動により発電所建設計画が中止となった。



図7. 砂浜における実習の様子（上）とナミノコガイの行動観察（下）。

5) プランクトンの採集と観察

実習船のはまゆうに乗船し、浦ノ内湾内でプランクトンネットを用いてプランクトンの採集を行う（図8）。天候によって波が高い場合には、実習船からではなく、研究用の筏からプランクトン採集を行う。実習船を使用できない

場合は、港内にてプランクトンを採集する。いずれも、採集資料はクーラーボックスにて低温状態を維持し、宇佐臨海実験所に持ち帰って、顕微鏡を用いて生態観察を行う。

観察の最大のポイントは、海洋生態系における主要な生産者であるケイソウ類と渦鞭毛藻類を実際に観察することである。ケイソウ類では、特にツノケイソウ属の数種やオリジャクケイソウのような群体性のものが多い。小中学校で淡水プランクトンを観察した際には、クチビルケイソウのような単体性のものをよく目にするため、注意を要する。渦鞭毛藻類では、ホソツノモやヤコウチュウが多い。

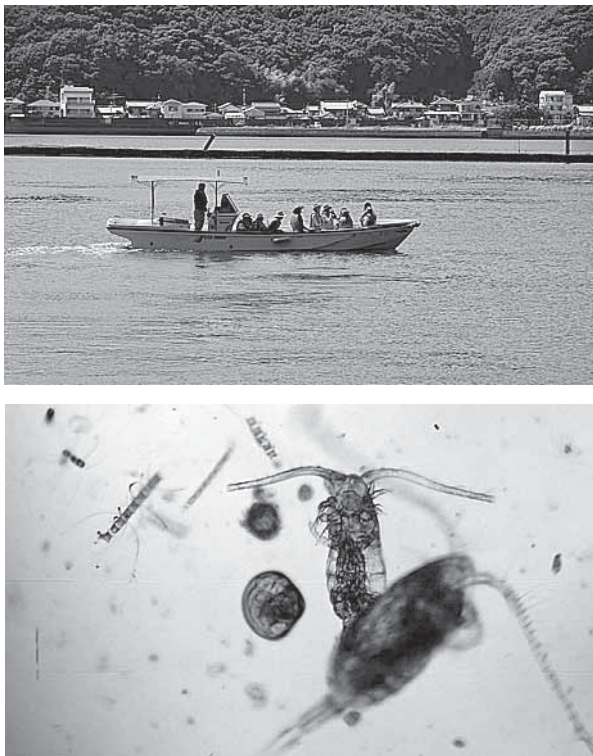


図8. 実習船(はまゆう)を使用したプランクトン採集(上)と顕微鏡で観察したカイアシ類、二枚貝幼生、珪藻類(下)。

動物プランクトンとしては、カイアシ類(甲殻類)が優占することを確認する。カイアシ類は植物プランクトンを食べ、さらに魚類に捕食される。つまり、カイアシ類を経由することにより、植物プランクトンが光合成で固定したエネルギーが水柱の食物網にまわることになるため、カイアシ類の生態系における役割はきわめて重要である。

なお、小中学校で淡水プランクトンを観察する際には、動物プランクトンの代表としてケンミジンコを学習する。ケンミジンコは淡水に多いカイアシ類の1つのグループ(キクロプス目)を指しており、海産プランクトンとしてはヒゲミジンコ(カラヌス目)がカイアシ類の代表である。

そのため、海のプランクトンを観察した際に、カイアシ類のことをケンミジンコと呼ぶのは間違いである。

動物プランクトンには、ベントスの浮遊幼生も含まれる。観察資料中には、二枚貝や巻貝のベリジャー幼生が多数含まれ、その遊泳の様子を観察することができる。また、ゴカイ類(環形動物)のネクトケータ幼生やフジツボ類のノープリウス幼生も見られる。カイアシ類もまたノープリウス幼生をへて成体となる。

IV. 考察と今後の課題

臨海実習では、海岸のさまざまな生態系にふれ、そこに生息する生物を自ら観察することにより、生態系のなりたちとバランス、人間活動との関わりを実感することを目標として、さまざまな内容を組み込んでいる。指導要領との関連性では、特に、海洋生態系の主要な生産者であるケイソウ類や渦鞭毛藻類を観察し、多様な生物の被捕食関係からなる食物網をへて大型魚類などの捕食者につながることを実感することが重要である。また、かつて分解者は菌類や細菌類が代表であるとのイメージが強かったが(佐藤、2017)、干潟表面で活動する多様なカニ類が、干潟の底生珪藻を食べる一次消費者であるとともに、デトリタスを食べる分解者であることを学ぶことにより、分解者の正しい理解につながると考えられる。さらに、海洋生物は多くの動物門からなること、そして、磯や砂浜、干潟といった海岸のタイプは異なる環境要因を有し、異なる生物が分布することを、採集と観察をとおして実感することは、生物多様性を理解するにあたり、特に重要である。

臨海実習の特徴の一つに、宿泊を伴う集中講義であることが挙げられる。実習では、教員に加えて、ティーチングアシスタントを務める大学院生も参加しており、休憩時や食事の際にも、受講生と大学院生とのつながりが生まれる。浦ノ内湾は、著者らが所属する教育学部、教育学専攻、黒潮圏総合科学専攻の学生や教員のメインフィールドであり、外来種のみドリイガイの生態(Yamada et al., 2009; 山田ほか、2010; 植田ほか、2013; Tateda et al., 2015)、甲殻類の巣穴形態の記載(Henmi et al., 2017a)、甲殻類の寄生虫の新種記載(Lützen et al., 2016)、甲殻類の巣穴内の住み込み共生に関する生態解明(Henmi and Itani, 2014a, b; Henmi et al., 2017b)などの研究が行われた。理科の知識は個々の科学論文から得られたものであり、小中学校の理科の教員も、研究と論文作成に邁進する科学者と無縁であってはならない。理科の教員を志望する学生にとって、臨海実習は研究者としての教員と大学院生に、研究が行われている現場で身近に接することができる機会として、きわめて意義深い体験であると期待される。

授業時間や移動の制約から本授業の際に訪れることはできないものの、横浪半島には高知大学と高知県が管理す

る横浪林海実験所という施設がある(図2)。大規模なサンゴ群落が認められることから、農林海洋学部・農学専攻・黒潮圏総合科学専攻の研究フィールドとして頻繁に使用されているが、教育学部が外洋の磯や転石海岸の観察に使用することもできる(山田・伊谷, 2008)。さらに、高知大学に演習林(農林海洋科学部嶺北フィールド)が設置されていることは、本学教育学部にとって、教育単科大学にはない重要な利点となっている。教育学部1年生向け授業「身近な自然の観察」で利用するほか、集中講義「環境教育」では、施設で宿泊をしながら、育林作業体験や異なる遷移段階の自然林の観察を行うことができる。このように高知県の海岸と森林の自然に親しみながら学習を行う教育実践活動については、道法ほか(2012, 2014)でも議論されている。

今後の課題として、小中学校における実際の教育現場で扱える道具を提示することが必要となる。例えば、プランクトンネットは高価であるため、ストックングや布地を利用して採集器具を自作する作業(日本プランクトン学会, 2011を参照)とともに、プランクトン採集と観察を行えば、より実践的なプログラムとなりうる。また、高知大学教育学部では、海洋生物に関連した内容として、1年生向け授業「初等理科」でアサリとエビの体のつくりを学習している(伊谷ほか, 2010; 邊見・伊谷, 2014; 邊見ほか, 2017)。また、2年生向けの「生物学実験Ⅰ」では、アサリとエビの実習に加えて、オカダンゴムシの行動実験も行う(古木ほか, 2018)。これら、朝倉キャンパスで学習する軟体動物と甲殻類の学習と臨海実習を相互に関連づけることにより、より多様な海洋生物の学習を効果的に行うことが可能になると期待される。

海洋基本法が2007年に制定されて以来、学校教育における海洋教育の役割とその可能性について、多くの試みがなされている(例えば、酒井, 2013; 都築ほか, 2013; 中村, 2016; 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター, 2016; 浦田ほか, 2017)。今後も、小中学校の教員が、大学や博物館などと連携して、教科書の記載内容にとどまらず、海を知るための多様な学習に取り組む機会が増加するものと予想される。そのためにも、教員養成課程に所属する学生が臨海実習で学ぶことの重要性もますます高まると考えられる。

謝辞

本研究は、高知大学教育学部開講の「生物学実験Ⅱ」(2005-2017年度)の受講生の協力を得て行われた。また、実習船の操船において高知大学海洋生物研究教育施設の技術職員である井本善次氏と田中幸記博士に、授業補助において高知大学海洋共生生物学研究室に所属した学生・大学院生諸氏に多大なる援助を受けた。本研究の一部は、科学研

究費補助金(代表:道法浩孝、基盤研究(B)17H01981)の助成を受けた。ここに深く感謝を申し上げる。

引用文献

- 道法浩孝・蒲生啓司・伊谷行(2012) 地域及び自然環境を基盤とした土佐の環境教育-教材開発力-授業実践力の育成. 高知大学教育実践研究, 26: 149-158.
- 道法浩孝・蒲生啓司・伊谷行(2014) 土佐環境教育スタンダードにおける自然環境体感・自然観察力養成カリキュラムの評価. 高知大学教育学部研究報告, 74: 45-52.
- 古木隆寛・藤田大輝・伊谷行・原田哲夫(2018) オカダンゴムシの湿度走性と湿度順応に関する理科教材. 高知大学教育学部研究報告, 78 (印刷中).
- 原田哲夫・邊見由美・藤田大輝・中城満・伊谷行(2017) 教員養成課程における臨海実習—発生学・生理学教材編一、黒潮圏科学, 10(2): 176-183.
- Henmi, Y. and Itani, G. (2014a) Burrow utilization in the goby *Eutaeniichthys gilli* associated with the mud shrimp *Upogebia yokoyai*. Zool Sci, 31: 523-528.
- Henmi, Y. and Itani, G. (2014b) Laboratory quantification of burrow utilization in the symbiotic varunid crab *Sestrostoma toriumii*. Plankton Benthos Res, 9: 203-206.
- 邊見由美・伊谷行(2014) 身近な生物の理科教材化: アサリのからだのつくりとはたらき. 高知大学教育実践研究, 28: 155-161.
- Henmi, Y., Fujiwara, C., Kirihara, S., Okada, Y., and Itani, G. (2017a) Burrow morphology of alpheid shrimps: Case study of *Alpheus brevicristatus* and a review of the genus. Zool Sci, 34 (in press).
- Henmi, Y., Okada, Y., and Itani, G. (2017b) Field and laboratory quantification of alternative use of host burrows by the varunid crab *Sestrostoma toriumii* (Takeda, 1974) (Brachyura: Varunidae). J Crust Biol, 37: 235-242.
- 邊見由美・岡田祐也・伊谷行(2017) 小中学校の理科教員が知っておくべき「節足動物のからだのつくり」, 高知大学学術研究報告, 66 (印刷中).
- 今原幸光(2016) 新装改定フィールド版写真でわかる磯の生き物図鑑. トンボ出版. 279 pp.
- 伊谷行・三好由佳莉・道法浩孝・蒲生啓司(2010) 干潟の生物多様性と生態学的機能を理解する教材開発. 高知大学学術研究報告, 59: 147-153.
- 岩国ミクロ生物館監修(2013) 日本の海産プランクトン図鑑 第2版. 共立出版株式会社. 268 pp.
- 環境省(2017a) 環境省レッドリスト2017. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/105449.pdf>

- 環境省 (2017b) 海洋生物レッドリスト 2017. 甲殻類.
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/106405.pdf>
- 加藤真 (1999) 日本の渚—失われゆく海辺の自然—. 岩波新書. 220 pp.
- Lützen, J., Itani, G., Jespersen, Å., Hong, J.-S., Rees, D., and Glenner, H. (2016) On a new species of parasitic barnacle (Crustacea: Rhizocephala), *Sacculina shiinoi* sp. nov., parasitizing Japanese mud shrimps *Upogebia* spp. (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae), including a description of a novel morphological structure in the Rhizocephala. *Zool Sci*, 33: 204-212.
- 三橋祐次郎・中村雅彦 (2011) 小学校教師の理科野外観察に関する実態調査. 上越教育大学研究紀要. 30: 215-220.
- 三浦知之 (2008) 干潟の生きもの図鑑. 株式会社南方新社. 197 pp.
- 文部科学省 (2017a) 小学校学習指導要領. 170 pp.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf
- 文部科学省 (2017b) 小学校学習指導要領解説理科編. 99 pp.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387017_5.pdf
- 文部科学省 (2017c) 中学校学習指導要領. 152 pp.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/21/1384661_5.pdf
- 文部科学省 (2017d) 中学校学習指導要領解説理科編. 125 pp.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387018_5.pdf
- 中村周作 (2016) 多様な環境下における海洋教育の実践状況 -佐賀県下の 10 小学校を事例として-. 宮崎大学教育学部紀要 社会科学, 87: 1-29.
- 日本ベントス学会 (編) (2003) 海洋ベントスの生態学. 東海大学出版会. 459 pp.
- 日本ベントス学会 (編) (2012) 干潟の絶滅危惧動物図鑑—海岸ベントスのレッドデータブック. 東海大学出版会. 285 pp.
- 日本プランクトン学会 (監修) (2011) 見ながら学習調べてなっとくずかんプランクトン. 株式会社技術評論社. 135 pp.
- 日本生態学会 (編) (2016) 海洋生態学. 共立出版株式会社. 305pp.
- 西村三郎・山本虎夫 (1974) カラー自然ガイド 17 海辺の生物. 株式会社保育社. 151 pp.
- Raffaelli, D. and Hawkins, S. (1999) 潮間帯の生態学 (朝倉彰訳). 株式会社文一総合出版. 311 pp.
- 酒井英次 (2013) 学校教育における海洋教育普及の具体的方策: 次期学習指導要領の改定に向けて. 海事交通研究. 62: 3-12.
- 佐藤綾 (2017) 中学校理科で「分解者」をどのように定義すべきか: 生物教育と土壌生態学の視点から. 理科教育学研究, 58: 147-151.
- 佐藤綾・栗原淳一 (2017) 小学校理科における野外での生物観察を指導する自信と動植物の認知度に関する因果モデル-教員養成系大学生に対する意識調査-. 理科教育学研究, 58: 13-26.
- 鈴木孝男・木村昭一・木村妙子・森敬介・多留聖典 (編) (2013) 干潟ベントスフィールド図鑑. 特定非営利活動法人日本国際湿地保全連合, 269 pp.
- Tateda, Y., Sakaguchi, I. and Itani, G. (2015) Scope for growth of *Mytilus galloprovincialis* and *Perna viridis* as a thermal stress index in the coastal waters of Japan: Field studies at the Uranouchi inlet and Yokohama. *J Exp Mar Biol Ecol*, 470: 55-63.
- 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター (編) (2016) 全国海洋リテラシー調査—最終成果論文集—. 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター, 118 pp.
- 都築章子・今宮則子・藤田喜久・平井和也・クレグストラング (2013) 海洋科学教育・海洋科学コミュニケーション教材としての MARE の役割. 海洋技術コミュニケーション. 14: 32-43.
- 植田育男・坂口勇・荻田淑彦・山田ちはる・伊谷 行 (2013) 高知県浦ノ内湾におけるミドリイガイの越冬と水温条件-2010 年冬季. *Sessile Organisms*, 30: 29-36.
- 浦田慎・松本京子・清本正人・松原道男・鈴木信雄 (2017) 能登町の小学校授業におけるウニの発生実験の活用. 日本海域研究, 48: 1-8.
- 和田恵次 (2000) 干潟の自然史—砂と泥に生きる動物たち. 京都大学学術出版会. 206 pp.
- 渡部哲也 (2014) 海辺のエビ・ヤドカリ・カニハンドブック. 株式会社文一総合出版. 104 pp.
- 山田ちはる・伊谷行 (2008) 「横浪林海実験所」の教育施設としての活用に向けて —潮間帯貝類と打ち上げ貝類—. 高知大学教育学部研究報告, 68: 165-170
- Yamada, C., G. Itani & H. Asama (2009) Utilization of the non-indigenous green mussel, *Perna viridis*, by the native pinnotherid crab *Arcotheres sinensis* in Uranouchi Inlet, Kochi, Japan. *Crust Res*, 38: 70-76.
- 山田ちはる・伊谷行・上田拓史 (2010) 高知県浦ノ内湾におけるミドリイガイの生息場所利用と水平分布. *Sessile Organisms*, 27: 41-50.