

干潟の生物多様性と生態学的機能を理解する教材開発

伊谷 行¹・三好 由佳莉²・道法 浩孝³・蒲生 啓司⁴

(¹高知大学 人文社会科学系 教育学部門 海洋共生生物学研究室・²高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 教育学専攻・³高知大学 人文社会科学系 教育学部門 技術科教育研究室・⁴高知大学 総合科学系 複合領域科学部門 有機化学研究室)

Development of teaching materials for understanding biodiversity and ecological functions of tidal flats

Gyo ITANI¹, Yukari MIYOSHI², Hiroataka DOHO³, Keiji GAMOH⁴

¹*Laboratory of Marine Symbiotic Biology, Education Unit, Humanities and Social Sciences Cluster, Kochi University;* ²*Studies in Education Program, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University;* ³*Laboratory of Technology Education, Education Unit, Humanities and Social Sciences Cluster, Kochi University;* ⁴*Laboratory of Organic Chemistry, Interdisciplinary Science Unit, Multidisciplinary Science Cluster, Kochi University*

Abstract: We developed teaching materials to understand biodiversity and ecological functions of tidal flats for students at teacher-training course, Faculty of Education, Kochi University. We used the web page “A web teaching material of tidal flats in Kochi”, an experiment to realize filter-feeding activity of Asari clam *Ruditapes philippinarum*, and anatomic exercise of Asari clam. We carried out a teaching practice in junior high school where about 150 students participated. As a result of the evaluation of the practice, the teaching materials proved to be effective in that most students got interested in the animals of tidal flats in Kochi and realized the ecological functions of tidal flats.

Keywords: 土佐の環境教育, 教材開発, 干潟, 生物多様性, 水質浄化, アサリ

はじめに

道法ほか(2010)は、理科、技術科等将来の科学技術教育を担う大学生に対し、土佐の豊かな自然環境下での自然体験に基づき、教材開発を見据えた環境教育プログラム「土佐環境教育スタンダード」の提案を行った。道法ほか(2010)で提案したプログラムは、中山間地での間伐体験や間伐材の利用を題材としたものであるが、水質汚濁や川と海のつながりについても触れており、次に土佐の海洋環境を用いたプログラムも考案する必要があった。

地域の海を小中学校や高等学校等における教材として使用した実践例は、広島県での事例(例えば、竹下ほか, 2002; 鳥越ほか, 2010)や宮崎県での事例(星岡ほか, 2004)、福岡県での事例(和田ほか, 2008)などがあり、いずれも環境学習または理科教育として効果があることが知られている。これらのプログラムは、適宜実施体制や内容を変更し、教員養成課程に在籍する大学生や大学院生にも実施することが望まれる。

高知県の浜辺を利用した教材としては、「横浪林海実験所」を使用した貝類の実習を検討したが(山田・伊谷, 2008)、浜辺に行かずに、通常の授業時間に行うことのできる実験や観察のカリキュラムも必要である。本研究では、ウェブ教材「高知の干潟ウェブ教材～干潟の生物多様性と水質浄化機能を学ぼう～」(伊谷, 2007)を使用して地域の自然と生物を紹介し、実験や観察を組み合わせるプログラムを考案した。ここでは、教員志望の大学1・2年生を対象として行った授業事例と教員志望の大学院生が中学校1年生を対象として行った授業実践例を示し、後者ではその有効性を検討した。

材料と方法

高知の干潟ウェブ教材

「高知の干潟ウェブ教材～干潟の生物多様性と水質浄化機能を学ぼう～」(伊谷, 2007)は高知県の干潟や生物の写真、カニ類の摂餌行動やウェービング行動の動画を素材として作成したウェブ教材であり、高知大学のサーバー内に置かれている(図1)。

高知の干潟 ウェブ教材

～干潟の生物多様性と水質浄化機能を学ぼう～

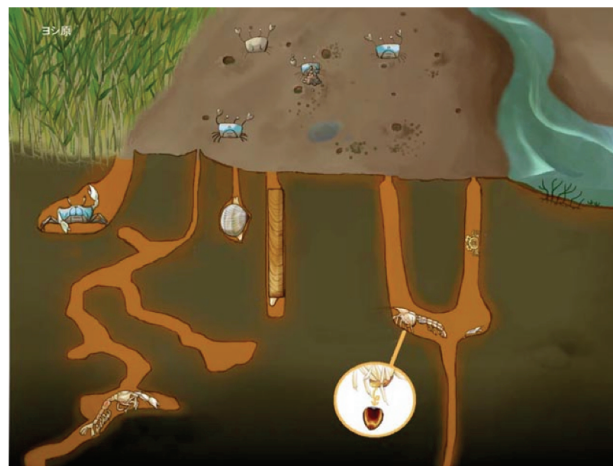


イラスト by 守田倫子 (高知大学教育学部
生活環境コース 平成19年3月卒業)

[<小学生編>](#) [<中学生編>](#) [<学校の先生むけ>](#)

作成：高知大学教育学部 伊谷行 (海洋共生生物学研究室)
このホームページは (財) クリタ水・環境科学振興財団の助成を得て作成されました。

図1. 「高知の干潟ウェブ教材」のトップページ.

本教材は干潟環境が潮干狩りで訪れるような身近な環境であることを知り、貴重な動植物の生息場所となつているとともに、水質浄化機能があることを学ぶことを目的としている。中学生を対象とした「中学生編」を基本とし（表1）、バクテリアの働きに関する説明などを省き簡略化した「小学生編」、A3プリンタ等で印刷して利用できる「学校の先生向け」のページを用意している。本教材が実際にどれほど利用されているかは不明であるが、インターネットの検索サイトで「干潟 教材」や「干潟 教育」の単語で検索を行うと、「高知の干潟ウェブ教材」がトップに表示される（2010年12月現在）。

表1.「高知の干潟ウェブ教材～干潟の生物多様性と水質浄化機能を学ぼう～」中学生編の内容（2010年12月現在）。

ページ	内容	素材(写真, 図, 動画の内容)
1	干潟の定義	仁淀川河口右岸の干潟
2	浜辺のタイプわけ	横浪半島の磯, 桂浜付近の砂浜, 浦戸湾の干潟とヨシ原
3	干潟の堆積物粒子	堆積物粒子の顕微鏡写真
4	干潟の生物多様性	トップページのイラスト(守田倫子作)
5	干潟の表面に見られる生物 1	ウミナナ類, テナガツノヤドカリ, カワザンショウ類, マガキ, カノコガイ
6	干潟の表面に見られる生物 2	オサガニ, ヒメヤマトオサガニ, チゴガニ, コメツキガニ
7	カニ類の行動	ヒメヤマトオサガニ, チゴガニ, コメツキガニの動画
8	砂泥の中に住む生物	イソシジミ, ハザクラガイ, ホトギスガイ, マテガイ
9	巣穴を作って住む生物	チワラスボ, ニホンスナモグリ, ゴカイ類, スジホシムシモドキ, ヒモイカリナマコ
10	巣穴と共生関係	ヨコヤアナジャコ, マゴコロガイ, トリウミアカイソモドキ, クボミテッポウエビ
11	絶滅のおそれのある生物	シオマネキ, トビハゼ
12	アサリの水質浄化実験	アサリ
13	干潟の生物による水質浄化	ケイソウ類の顕微鏡写真, コサギ, 潮干狩りの写真など
14	バクテリアによる脱窒	ヨコヤアナジャコの巣穴と底質の酸化層・還元層
15	むすび	トップページのイラスト(守田倫子作)
16	海岸における諸注意	波の危険, 泥に埋まる危険, ガラス瓶などの危険, 干潟を荒らさないように

アサリの水質浄化実験

干潟の持つ機能のひとつである水質浄化能力を体験することを目的として、アサリを用いた摂餌行動の観察実験を行う。実験は以下の手順で行う。

- 1) スーパーで市販されている生きアサリを用意する。
- 2) 2つのコップに濁った海水を注ぐ。濁った海水は海水に干潟の泥を加えて作る。
- 3) 1つのコップにアサリを入れ、もう1つのコップには対照として何も入れない。
- 4) 30分後、2つのコップの海水の濁りを比較する。
- 5) 水管より海水の出入りがあることを確認し、また、糞や擬糞の観察を行う。

実験開始後はアサリを静置しておく必要があるため、そのあいだにウェブ教材を用いて解説を行うか、次項で述べる解剖実習を行う。

冷凍アサリを用いた解剖実習

アサリの水質浄化を学ぶ際に、身体はどこでどのように粒子が濾しとられるかを理解することを目的として、アサリの解剖実習を行う。生きている個体を用いることもできるが、閉殻筋を切断して殻を開ける際にメスやカッター

一を使用する必要があることから、すでにむき身となっている冷凍アサリを用いることが、簡便であり、安全でもある。以下の手順で行う。

- 1) むき身の冷凍アサリを用意する。
- 2) 入水管と出水管を確認し、この管が体内に直接続いていることを確認する。すなわち、入水管は口ではなく、殻の中に海水を引き入れる管であることを認識させる。
- 3) 入水管から流入した海水の行き先について発問し、学生に想像をめぐらせる。答えは鰓である。鰓の構造を観察させ、鰓によりガス交換のみならず、懸濁粒子の選別も行っていることについて解説を行う。
- 4) 左右2対の唇弁を観察させ、唇弁による懸濁粒子の最終選別について解説を行う。
- 5) 4枚の唇弁の根元の中央部にある口を発見させる。
- 6) 腸管を確認し、肛門を発見させ、これが出水管の基部に開いていることを確認させる。

教員養成カリキュラムとしての授業事例

土佐環境教育スタンダードの一部として、高知大学教育学部1年生を対象とした「初等理科」、2年生以上を対象とした実習「生物学実習 I」において、著者のひとり（伊谷）が1単位時間（90分）で授業を行った。60分間で冷凍アサリを用いた解剖実習とアサリの水質浄化実験を行った。残り30分間で「高知の干潟ウェブ教材」を使用した解説を行ったが、パソコンとスクリーンの設置が難しい場合は、干潟ウェブ教材の内容を印刷したハンドアウトをもとに解説を行うこともあった（図2）。

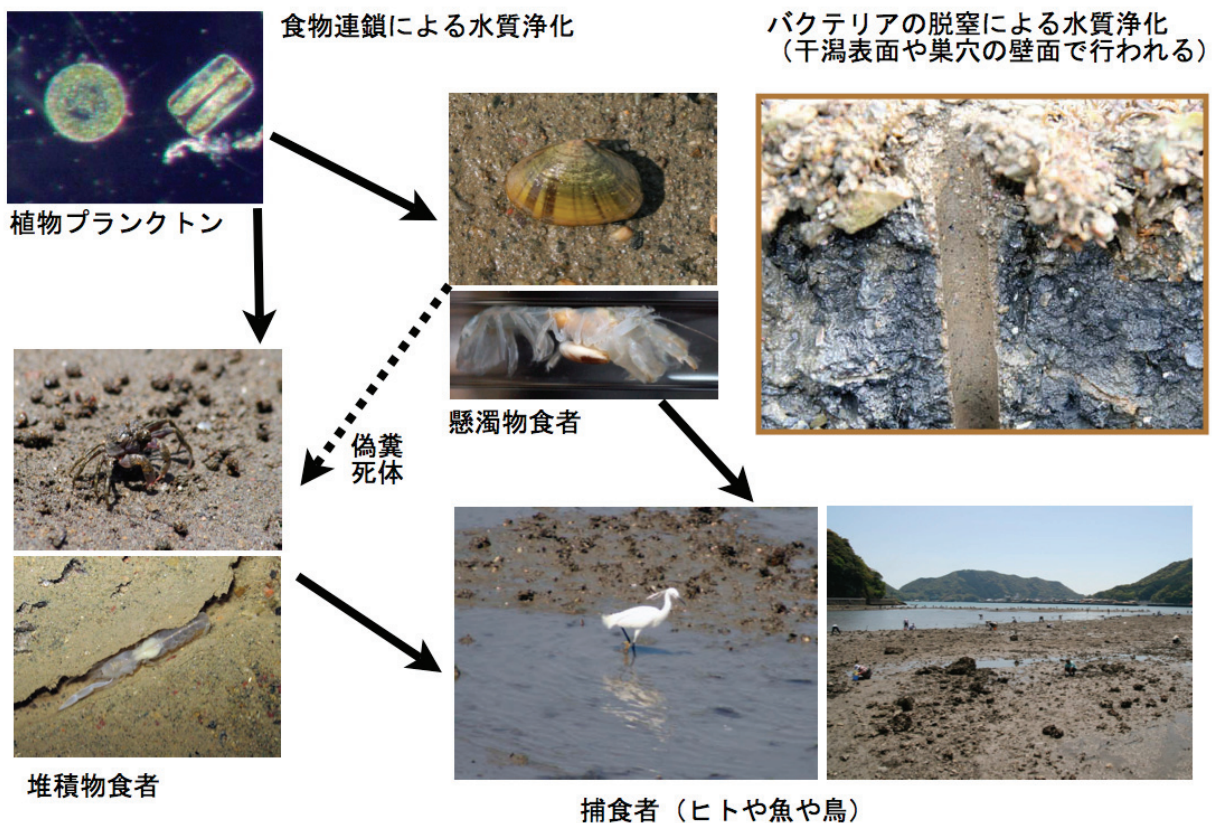


図2. 「高知の干潟ウェブ教材(学校の先生向け)」より印刷した、干潟の持つ水質浄化機能を解説したハンドアウト。

中学校における授業実践

高知大学大学院教育学専攻2年生を対象とした授業「実践研究 II」において本プログラムを中学校理科教育に適用した授業実践を行った。この授業では、大学院生が高知大学附属中学校の授業の講師を務め、1単位時間（50分）中に、「高知の干潟ウェブ教材」を使用した解説とアサリの水質浄化実験を行った。本報告では、著者のひとり（三好）が2010年7月に中学1年生の全クラス（4クラス159名）を対象として行った授業について詳述する。授業を行う1週間前に、干潟に関する体験や知識を問う質問紙を配布し、回収した（有効回答数155名）。授業後に、授業内容に関する質問紙を配布し、回収した（有効回答数153名）。

結果と考察

教員養成カリキュラムとしての授業事例

解剖実習から、学生ははじめて二枚貝の口の位置を知り、入水管が口ではないこと、また、懸濁物食を行う生物は身体のどこかに、粒子を集める篩のような器官があることを学習した。水質浄化実験では、みるみる懸濁物が除去されたが、懸濁物の一部は擬糞として吐き出されていることを観察した。学生の中には、擬糞として有機物が捨てられる場合、水質浄化となっていないと考える者もいたが、これは良い質問である。擬糞が次にゴカイ類やカニ類などに消費されることを教えると、アサリが水中の懸濁物を取り除き、一部の有機物は自身で消費し、残りは粘液でパッキングをして堆積物食者に受け渡し働きがあることを理解した。「高知の干潟ウェブ教材」によって、高知にも干潟があること、多様な生物が棲息することが示された。アサリ以外にもハザクラガイなど他の二枚貝が干潟におり、さらにアナジャコ類などの甲殻類も懸濁物食者であること、アナジャコ類が懸濁物を濾しとる器官は、第1胸脚と第2胸脚に密生する剛毛であることを学び、アサリだけが水質浄化を行うわけではないことを理解した。さらに、水中の懸濁物除去だけが水質浄化ではなく、富栄養化のもとになる栄養塩が食物連鎖を通して除去されること、バクテリアの脱窒により硝酸イオンが窒素に変化して除去されることを学んだ。

アサリはどこのスーパーでも生きた個体が市販されているため、水質浄化を理解するための教材として利用しやすい。すでに環境教育の教材として紹介されているが（檜下，2003），本研究における事例のように、生物の多様性、擬糞と堆積物食者の関係、食物連鎖、脱窒などに話を展開することができれば、干潟環境に関する理解が深まると期待できる。また、中学校学習指導要領（文部科学省，2008）では、節足動物や軟体動物の観察や脊椎動物との比較が追加された。この授業で二枚貝の身体づくりを理解することにより、将来、中学校教員として授業を行う際に環境教育だけではなく、理科の授業としても本プログラムを利用することができると考えられる。「高知の干潟ウェブ教材」でも、二枚貝の身体づくりに関してより詳しく学習できるように改訂が必要である。

中学校における実践例

事前アンケートでは、「潮干狩りが好きか」という問いに対し、過半数が好きと答えた。好きと答えた85名と嫌いと答えた70名では、「この1年間で潮干狩りをした」生徒の割合は40%と4%で有意に異なっており（表2, Fisher's exact test, $p < 0.0001$ ）, 「干潟ということばの意味を知っている」生徒の割合も19%と7%と有意に異なっていた（表3, Fisher's exact test, $p = 0.032$ ）。つまり、潮干狩りが好きな

表 2. 潮干狩りに関する興味と体験の有無.

	この1年間に潮干狩りをした	この1年間に潮干狩りをしなかった
潮干狩りが好き	34	51
潮干狩りが嫌い	3	67

表 3. 潮干狩りに関する興味と干潟という言葉の理解.

	干潟という言葉の意味を知っている	干潟という言葉を知ったことはあるが意味を知らない	干潟という言葉を知ったこともない
潮干狩りが好き	16	52	17
潮干狩りが嫌い	5	46	20

生徒は、実際の潮干狩りの体験機会が増え、さらに、干潟という言葉の意味をより理解していたことから、興味が知識につながっていることが示唆される。

しかし、「高知に干潟はあると思うか」という問いに対して、「干潟ということばの意味を知っている」と回答した生徒 21 名中、12 名が「ない」と回答していた。潮干狩りが好きな生徒でも、干潟という言葉の意味を「知っている」生徒は必ずしも多くなかったこと、干潟という言葉の意味を「知っている」生徒の半数以上が干潟は高知にないと思っていることから、自然体験が正確な知識として身に付いていないことも明らかになった。このことから、自然体験を理科に結びつけるツールが必要であり、その一つとしてウェブ教材の活用を提案する。

授業時間が限られているため、授業実践では上述の水質浄化実験とウェブ教材の解説だけを行った。事後アンケートの質問と結果を表 4 に示す。

表 4. 授業の効果に関する質問と回答.

質問	はい	どちらでもない	いいえ
干潟にすむ生物に以前から興味があったか	48	51	54
今日の授業によって干潟の生物に興味を持ったか	121	27	5
干潟の水質浄化について以前から知っていたか	37	18	98
今日の授業で干潟の水質浄化について理解できたか	138	12	3
干潟に行きたいと思ったか	108	28	14
	反対	どちらでもない	賛成
高知に干潟を埋め立てて遊園地をつくるとして、賛成か反対か	112	33	6

干潟の生物への興味を持つ生徒（質問に「はい」と回答した生徒）の割合は、31%から 79%と増加した (Fisher's exact test, $p < 0.0001$). 干潟の水質浄化能力については、授業を通して理解できた生徒（質問に「はい」と回答した生徒）の割合が 24%から 90%に大幅に増加した (Fisher's exact test, $p < 0.0001$). また、「干潟に行きたいと思いましたか」の問いに、72%もの生徒が「はい」と回答した。事前アンケートで潮干狩りが嫌いと回答した生徒 70 名に関しても、33%の生徒が「はい」と回答していたため、ある程度の知的関心を引き出すことができたものと考えられる。さらに、「高知に干潟を埋め立てて遊園地をつくらせます。賛成ですか、反対ですか？」の問いに 77%もの生徒が「反対」と回答していた。高知県には遊園地がないため多数の生徒がその建設を望んでいると考えられたにもかかわらず、建設反対の意識を多数の生徒に持たせることができたことから、本授業実践は干潟生態系の持つ生物多様性や水質浄化機能を学習するにあたり、効果があったものと考えられる。上述の通り、中学校理科の新学習指導要領では軟体動物の形態に関する授業も可能であることから、2 単位時間を割り当てることができるのであれば、アサリの解剖実習も行うことを推奨したい。また、逆に、授業で実験や観察を全く行わず、ウェブ教材の解説のみを行った場合、あるいは生徒がウェブ教材を自学自習した場合にどの程度学習効果があるのか、今後検討する必要がある。さらに、海水浴や磯遊びなど、地域での自然体験を環境教育や理科教育と結びつけることができるようになることを目的として、高知の砂浜や磯の自然を活用したウェブ教材を作成する必要があるだろう。

謝辞

本研究を実施するにあたりご助言をいただいた高知大学教育学部の川崎謙教授、高知大学教育学部附属中学校の山中孝一教諭と竹田尚史教諭、高知大学教育学部附属小学校の中城満教諭、高知市立一宮中学校の横田康長教諭、ウェブ教材のイラストを作成して下さった高知大学教育学部の守田倫子氏に心より御礼申し上げます。また、本研究にご協力いただいた田村寿樹氏、岩田洋輔氏、廣田深氏、樺葉颯信氏、信永良太氏、森永純一氏に謝意を表す。

ウェブ教材は（財）クリタ水・環境科学振興財団の助成を得て作成された。また、本研究は、平成22年度高知大学学長裁量経費「地域資源を活用する『土佐の環境教育スタンダード』の構築」の研究経費により行われた。

文献

- 道法浩孝・蒲生啓司・伊谷行（2010）. 地域および自然環境を基盤とした土佐の環境教育-教員養成における環境教育プログラムの開発-. 高知大学教育実践研究, 24: 123-130.
- 里岡亜紀・中山迅・山口悦司・伊東嘉宏・串間研之・末吉豊文・永井秀樹（2004）. 宮崎県総合博物館と連携した中学校における干潟の理科学習. 科学教育研究, 28: 122-131.
- 伊谷行（2007）. 高知の干潟ウェブ教材ー干潟の生物多様性と水質浄化機能を学ぼうー.
<http://www.cc.kochi-u.ac.jp/~itani/higata.html>
- 檜下貴子（2003）. 砂浜に生息するアサリのはたらき. in 内山裕之・栃本武良編著「生物による環境調査事典」, 東京書籍, pp. 100-103.
- 文部科学省（2008）. 中学校学習指導要領.
- 竹下俊治・鳥越兼治・大塚攻・久家光雄（2002）. 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, 8: 49-55.
- 鳥越兼治・富川光・大塚攻（2010）. 海と海辺の生物を題材とした体験・学習活動の実践(8). 学校教育実践学研究, 16: 157-162.
- 和田年史・米山太平・橋口大佑・野村俊介・板谷晋嗣・秀野真理（2008）. 福岡県津屋崎干潟におけるカブトガニ幼生の成長とモニタリング手法の開発. 保全生態学研究, 13: 199-205.
- 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ー潮間帯貝類と打ち上げ貝類ー. 高知大学教育学部研究報告, 68: 165-170.

平成22年（2010）12月15日受理

平成22年（2010）12月31日発行