

学 校 名
愛媛県立宇和島水産高等学校

問い合わせ先

電話番号 (0895) 22-6575

E-mail uwjf-hof@esnet.ed.jp

I 学校の概要

1 児童生徒数, 学級数, 教職員数

(1) 生徒数 203名

(2) 学級数 3学科 3クラス

(3) 教職員数 73名

(平成28年3月現在)

2 地域の概況

本校の立地する愛媛県の南予地方は、リアス式海岸を生かし、マダイやブリ等の魚類養殖、真珠母貝養殖・真珠養殖が盛んであり、稚魚・餌料供給、資材供給などの関連産業も発達している。真珠養殖は全国でも有数の産地であり、マダイ養殖では日本一の生産量を誇っている。また、ちりめん漁やまき網漁業等も盛んであり、地形の特徴を生かした水産業を基盤とした地域である。

さらに、海岸域や内陸部の段丘面では、柑橘類の栽培が盛んである。

したがって、本地域は、農業も含め第一次産業が地域経済に大きな役割を果たしている。



宇和島市下波の魚類養殖場の風景



宇和島市遊子 段畑

3 環境教育の全体計画等

(1) GLOBE測定項目(水質)継続的な観測

(2) 宇和海における養殖漁場環境の評価と地域への情報発信

(3) 生物学的視点からの海洋観測及び水質測定

II 研究主題

「宇和海における海洋環境保全のためのGLOBE活動の推進」～宇和海の環境保全と水産業発展のための取組～

III 研究の概要

1 研究のねらい

本校地先に広がる宇和海は魚類養殖、真珠母貝養殖・真珠養殖等の養殖漁業が発達している一方で、養殖業の発展に伴い漁場環境の悪化が危惧されている。従って、養殖業を持続的・安定的に行うためには、環境改善の保全と環境をモニタリングすることが必要不可欠である。

そこで本校では、継続的に宇和海の海洋観測と水質調査を行い、宇和海の自然環境について考え、自然の大切さや環境問題を理解し、将来、地域における環境保全型養殖のリーダーとなる人材を育成するために研究主題を設定した。

さらに、GLOBE活動に参加することにより、宇和海はもとより、世界規模で環境問題を考えられる視野を身に付けさせるとともに、環境問題への興味・関心の喚起を図りながら調査・研究を実践することを目的とした。

2 校内の研究推進体制

(1) 研究推進体制

環境やエネルギー教育を推進するため、教員で組織する「エネルギー・環境教育推進委員会」を設置している。委員会は、校長、教頭、推進委員長、水産科(3科に各1名)、普通科(理科教員)、水産クラブ担当(1名)、事務課(1名)の計9名である。なお、本研究は水産増殖科が中心となって活動を展開・実践した。

(2) 観測体制

① 観測分野

GLOBE観測分野の「水質」を測定した。

② 観測地点

観測は、本校敷地内の船舶係留用浮き桟橋「学校浮き桟橋」(School Pier)(1年生)、小型実習船で15分程度の距離にある本校の実習用生簀「坂下津生簀」(Sakashizu Pier)(2年生)の2か所の海域を定点とした。



観測地点「学校浮き桟橋」



観測地点「坂下津生簀」

③ 観測項目

以下の7項目を観測した。

- ア 気温 イ 水温
- ウ 天候(雲量) エ 比重(塩分濃度)
- オ 透明度 カ pH
- キ 溶存酸素量(DO)

④ 観測回数及び観測者

観測回数及び観測者については、「学校浮き桟橋」は、水産増殖科1年生が週に2回(月、木)、「坂下津生簀」は、水産増殖科2年生が週3回(月、水、金)の観測を目安に行った。また、観測は、各クラスの生徒全員が輪番で行った。これらは、平成22年9月から継続的に実施しており、平成28年3月11日までの実施回数は、「学校浮き桟橋」は389回、「坂下津生簀」は542回であり、2定点の合計は931回であった。



「学校浮き桟橋」での観測の様子 「坂下津生簀」での観測の様子

⑤ 観測時間

学校浮き桟橋では昼休み(日本時間13:00)に、坂下津生簀は放課後(日本時間16:00)に観測を実施した。なお、坂下津生簀では、生簀内で養殖している魚類(マダイ)の飼育管理も同時に行い、飼料は、環境に配慮した飼

料(多孔質ペレット)を給餌した。

(3) 観測機器などの設置状況

観測は、以下の機器と方法で実施した。

- ① 気温・水温・・・棒状水銀温度計
- ② 天候(雲量)・・・目視
- ③ 比重(塩分濃度)・赤沼式比重計
- ④ 透明度・・・透明度板
- ⑤ pH・・・pHメーター
- ⑥ 溶存酸素量(DO)・DOメーター



棒状水銀温度計



赤沼式比重計



透明度版



pHメーター



DOメーター

3 研究内容

(1) グローブの教育課程への位置付け

GLOBEの活動は、教科「水産」における教育課程と密接な関係にある。特に、水産増殖科の教育課程の中にその概念や活動は含まれている。科目との関連が深いものを表1に示した。

また、活動の評価は、科目として評価し、1年生は、科目「水産海洋基礎」、2年生では科目「総合実習」において活動を評価した。

表1. GLOBE活動における教育課程との関連

科目	1年	2年	3年
水産海洋基礎	◎		
資源増殖	○	○	○
海洋生物	○	○	○
海洋環境		◎	◎
総合実習		◎	◎
課題研究			◎

◎主科目 ○関連科目

(2) グローブを活用した教育実践

GLOBE活動を通して、教科「水産」における環境分野の教育を深化させるため、GLOBEを活用し

た教育の実践法について検討した。

実践について以下にまとめた。

① 「坂下津生簀」における漁場環境の評価

学校の養殖実習施設である「坂下津生簀」での観測を通して、地球環境や自然、命の大切さについて、幅広い視野で考察できる力と、時代の変化に対応した水産業に関する知識と技術を育成することを目的とした。

そのため、日々のGLOBE観測項目に加え、水産増殖科の2・3年生が科目「総合実習」や「海洋環境」、「課題研究」及び放課後において表2の項目を追加して海洋観測を実施し、得られたデータから水産用水基準に基づき、漁場環境を評価する。観測項目と方法を表2にまとめた。

測定項目	測定方法
海中のCOD	アルカリ性過マンガン酸カリウムヨウ素滴定法
泥中の硫化水素	検知管法
クロロフィル量	アセトン抽出・吸光度法
細菌数	ミス法
大腸菌群数	MPN法

ア 海水中のCOD測定

海水中のCOD測定は、北原式採水器を用いて表層、5m、及び10m層の海水を採水し、ポリ容器に収容して実験室に持ち帰った。測定は、アルカリ性過マンガン酸カリウムヨウ素滴定法で行った。

イ 泥中の硫化水素量測定

泥中の硫化水素測定は、エクマンバージ採泥器を用いて海底の泥を採集し、ポリ容器に収容して実験室に持ち帰った。測定は、泥を電子天秤で正確に計り取り、少量の蒸留水でガラス製ガス発生装置の中に洗い入れた。その後、9mol/L (18規定) の硫酸2mLを添加し、発生した硫化水素量を検知管により測定した。



泥のろ過

検知管による硫化水素量測定

ウ クロロフィル量の測定

北原式採水器で採水した表層水1Lに炭酸マグネシウム溶液 ($MgCO_3$) を1mL添加し、フェオフィチン化を防止後、実験室にてガラス繊維濾紙 (GA-100, ADVANTEC社) を用いて吸引ろ過を行った。その後、アセトン抽出・吸光度法によりクロロフィル量を測定した。



試水の吸引ろ過



ろ紙のホモジナイズ



アセトンでの色素抽出



吸光度の測定

② 生物学的視点からの海洋観測及び水質観測

ア 来村川の水生生物による水質調査

水生生物による水質調査は、宇和島市の住宅部に位置する三島橋周辺と渓谷部の薬師谷川の岩戸橋周辺を定点とし、本年度は10月15日に測定した。調査人数は、10名前後、採集時間は、約30分とした。平成10年度から実施し、本年度で18回目である。観測したデータを表3、表4にまとめた。

表3. 水生生物による水質調査 調査場所(来村川 三島橋周辺)

年次	魚類生態の出現状況															COD(mg/l)	年平均のCOD値(5層)	年平均のCOD値(10層)	年平均のCOD値(表層)
	カ	ヒ	ナ	メ	ヨ	ヘ	ブ	ナ	コ	ガ	カ	ヤ	メ	ミ	メ				
1110	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1111	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1112	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1113	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1114	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1115	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1116	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1117	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1118	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1119	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1120	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1121	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1122	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1123	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1124	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1125	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1126	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1127	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			

表4. 水生生物による水質調査 調査場所(薬師谷川 岩戸橋周辺)

年次	魚類生態の出現状況															COD(mg/l)	年平均のCOD値(5層)	年平均のCOD値(10層)	年平均のCOD値(表層)
	カ	ヒ	ナ	メ	ヨ	ヘ	ブ	ナ	コ	ガ	カ	ヤ	メ	ミ	メ				
1110	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1111	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1112	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1113	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1114	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1115	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1116	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1117	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1118	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1119	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1120	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1121	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1122	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1123	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1124	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1125	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1126	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
1127	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			



生物採集の様子 (左: 来村川 右: 薬師谷川)



水質判定の様子



確認された水生昆虫

イ 来村川河口干潟域における生物調査

干潟の生物相を調査することにより、干潟の重要性と浄化能力について考察した。

調査場所は、愛媛県宇和島市を流れる来村川河口域とした。

生物採集にはスコップ、素手及びタモ網を使用した。また、魚類や甲殻類、鳥類などの重要な餌であり、環境指標生物として注目されている多毛類についても調査を行った。採集した生物は図鑑を用いて同定・分類後、元の場所へ再放流した。種数の豊富な多毛類は実験室に持ち帰り、顕微鏡を用いて種同定を行った。

採集した生物の中には、愛媛県レッドデータブックに記載されている甲殻類等、沢山の水生生物を確認することができた。さらに、今回の調査では、希少種であるマキトラノオガニの生息をはじめて確認することができた。



生物採集の様子



マキトラノオガニ



多毛類の同定、スケッチの様子



ヤマトカワゴカイ

ウ 宇和海におけるアサリ資源量と水質調査

水産重要資源であるアサリについて、宇和海における資源量と水質調査を行った。調査は宇和島市三浦2地点(天満、小学校前)、並びに本校近郊を流れる2河川(来村川、須賀川)の計4地点で行った。また、資源量調査と同時に生息環境の水質、底質等も分析することによって、環境について科学的に考察した。さらに、調査地点のうち3地点では採苗器を用いて稚貝の資源量についても調査を

行った。調査期間は平成27年6月～10月とした。

アサリの資源量と底質、クロロフィルa量の分析結果を表5、図1にまとめた。また、三浦天満ではツメタガイに捕食されたと思われるアサリの貝殻も複数個体確認された。更に、各調査地点で捕食者であるエイの生息も確認することができた。

これらの結果は、三浦天満地区を管轄している三浦漁業協同組合において、漁協役員及び漁業者を対象に報告会を行った。また、調査の一部は愛媛県水産研究センターと地元の漁業協同組合とも連携して行った。

表5. アサリ資源量と底質、クロロフィルaの関係

調査地点	無アサリ		有アサリ		底質調査	
	個体数	底質	個体数	底質	底質	クロロフィルa
三浦天満	0	砂	10	砂	0.00	0.00
三浦小学校前	0	砂	5	砂	0.00	0.00
三浦大満	0	砂	15	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	20	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	30	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	40	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	50	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	60	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	70	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	80	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	90	砂	0.00	0.00
三浦	0	砂	100	砂	0.00	0.00



図1. 採苗器によって採取された稚貝



資源量調査の様子



稚貝を採取するための採苗器



アサリの天敵であるツメタガイ



ツメタガイによる穿孔



地域と連携し調査している様子



漁協での成果発表の様子

IV 研究の成果と第2年次に向けての課題

研究の成果として、以下にまとめた。

GLOBE観測分野における「水質」の観測地点を2カ所の定点を継続的に測定した。2定点の測定回数の合計は、931回であった。

また、定点の「坂下津生簀」の漁場環境を水産用水基準から評価を行った。このような、環境観測を継続的に行うことにより、生徒は自然環境や環境分野に対して興味・関心を喚起し、化学の基礎についての知識や理解の深化及び技術の習得が図られた。

さらに、宇和海の生物資源量とその水域環境との関係を科学的に評価するとともに、地域へ情報発信を行うことにより地元水産業へ貢献することができた。これらの活動から生徒は宇和海の環境をより身近に感じ、地元の海が抱えている問題をさらに深く理解するようになった。また、研究成果の一部は校内をはじめ、地域の方々や県外でも発表することによって、生徒の視野の拡大につながり、世界的な規模で環境を見つめる基礎を築くことができた。

今後は、GLOBE活動で得た知見や測定データをもとに、地域住民への環境に対する啓発活動を行うことで、地域全体での環境保全活動につながるよう貢献していきたい。さらに、測定したデータを水産養殖業に活用することで、地域の水産業の発展にも貢献したいと考えている。

V 研究第2年次の活動計画

宇和海の自然環境や、環境問題を理解し、将来、地域における環境保全型養殖のリーダーとなり得る力を身に付けさせるために、また、世界規模で環境問題を考えられる視野を身に付けさせるため、以下のような実践及び研究を今後の目標としたい。

- 1 海洋観測の継続的な実施
 - (1) GLOBEの定点観測
 - (2) 宇和海の海洋観測
- 2 持続的養殖生産確保法に対応した環境保全型養殖の研究及び実践
 - (1) 坂下津生簀の漁場環境の評価
 - (2) 養殖場における漁場環境の評価
- 3 海洋観測データの活用及び応用
 - (1) 地域の水産養殖業への活用
 - (2) 宇和海の環境保全分野への活用
 - (3) 漁業者ネットワーク等への情報の提供
- 4 生物学的視点からみた環境教育の実践
 - (1) 水生生物採集を通じた水質調査による環境モニタリング
 - (2) 地球温暖化と宇和海生物相の推移

VI 引用文献

- 河合章(1988) 水族環境学実験(河合章・杉田治男編). 恒星社厚生閣
- (社)日本水産資源保護協会(2005) 水産用水基準文部科学省(2004) 海洋環境.(東京電気大学編)
- 江口充(2006) 海洋環境アセスメントのための微生物実験法(石田祐三郎編). 恒星社厚生閣
- 日本分析化学会北海道支部編(1994) 水の分析 第

4版. 化学同人

文部科学省(2004) 海洋環境.(東京電気大学編)
沖山宗雄編(1988) 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会

硫化物測定セット「ヘドロテック-S」測定手順
URL : <http://www.gastec.co.jp/reference/c11.ht>