

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 uwjfhpro@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 167名

(2) 学級数 3学科 3クラス

(3) 教職員数 76名

(平成23年2月28日現在)

2 地域の概況

本校の所在地である愛媛県の宇和島市は、四国の南西部、愛媛県の南部に位置し、南予地方と呼ばれている。西側には、宇和海が広がり、その他の三方は、山地に囲まれている。その恵まれた自然とリアス式海岸という地形を生かし、魚類や真珠養殖の生産量が全国でも有数の地域である。また、漁業も盛んであり、“じゃこてん”に代表される練り製品も有名である。

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) 持続的養殖生産確保法に対応した漁場環境の評価
- (3) 生物学的視点による環境分野の研究

II 研究主題

宇和海の海洋観測から未来の海を見つめよう

III 研究の概要

1 研究のねらい

本校が面している宇和海は、水産養殖業が盛んであるが、一方で養殖業の発展に伴い、漁場の自家汚染が進んでいる。このため、地場産業である養殖業を発展させるためにも環境をモニタリングすることは重要である。更には、1999年に魚病の蔓延防止と漁場環境の改善を目的に「持続的養殖生産確保法」が制定され、漁業者も環境に配慮した養殖を行うことが必須となった。

そこで、本校では、継続的に宇和海の海洋観測を行うことにより、宇和海の自然環境について考えさせ、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。

さらには、GLOBE に参加することにより、生徒に環境問題を世界規模で考えられる視野を身に付けさせるとともに、生徒の環境問題への興味・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。

本年度は、宇和海の海洋観測を継続的に行うことにより、宇和海の海洋環境についてみつめ、測定したデータを地域の水産業や環境保全分野に貢献することを目標に GLOBE 活動を実施した。

2 校内の研究推進体制

(1) 研究推進体制

本校は、環境やエネルギー教育を推進するために、教員で組織する「エネルギー・環境教育推進委員会」を設置した。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 (理科主任)、水産クラブ担当 (1名)、事務課 (1名) の計7名とした。

本研究は、水産増殖科を中心に活動した。

(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)、船舶で15分程度の距離にある本校の実習用

(別紙様式2)

生簀「坂下津生簀」(Sakashizu Pier) (2年生)の2カ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2~3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23年2月25日までの実施回数は「学校浮き桟橋」は109回、「坂下津生簀」は、106回、2定点の合計は、215回であった。



「学校浮き桟橋」での観測



「坂下津生簀」での観測

⑤ 観測時間

「学校浮き桟橋」は、昼休み(日本時間で13:00)に、「坂下津生簀」は、放課後(日本時間16:00)に行った。尚、「坂下津生簀」は、生簀内飼育魚類(マダイ)の飼育管理も

行った。飼料は、環境に配慮したEP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、以下の方法と機器で行った。

- 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



棒状水銀水温計



赤沼式比重計



透明度板



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下表に示した。

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
水産基礎	◎		
栽培漁業	○	○	○
水産生物	○	○	○
海洋環境		◎	◎
総合実習		◎	◎
課題研究			○

◎ 主科目 ○ 関連科目

(別紙様式2)

GLOBE における生徒の活動の評価は、教育課程に位置付けている科目の中で行い、1年生は、科目「水産基礎」、2年生は、科目「総合実習」において評価した。

(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

学校の養殖施設である「坂下津生簀」の観測を通して、地球環境や自然について、幅広い視野で考察できる力を育成するために行った。

また、定期的な GLOBE 観測項目以外に、水産増殖科の2・3年生が科目「総合実習」や「海洋環境」及び放課後において表2の項目を測定し、漁場環境を水産用水基準から評価した。

ア 材料及び方法

観測項目と方法は、表2にまとめた。

表2. 宇和島水産高校における海洋観測項目及び測定方法

観測項目	観測及び測定方法
水色	目視(フォーレル水色標準液、ウーレの水色標準液)
クロロフィル量	アセトン抽出・吸光度法
COD(水・泥)	過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法
アンモニア態窒素	インドフェノール青法
亜硝酸態窒素	ジアゾ化法
リン酸態リン	モリブデン青法
底泥の硫化水素	検知管法
細菌数	ミスラ法
大腸菌数	MPN法

溶存酸素量(DO)は、北原式採水器を用いて表層、5m、及び10m層を採水した。測定は、DOメーターと同時にウインクラー・アジ化ナトリウム変法で行った。DOの固定は、現場で行い、滴定は、実験室で行った。



ウインクラー・アジ化ナトリウム変法によるDO固定



チオ硫酸ナトリウムによる滴定

クロロフィル量は、北原式採水器で採水した試水に炭酸マグネシウム(MgCO₃)を添加し、フェオフィチン化防止後、実験室で10吸引ろ過を行った。ろ紙は、遮光保存し、アセトン抽出・吸光度法で測定した。



試水のろ過



ろ紙のホモジナイズ



アセトンによる色素の抽出



吸光度の測定

水の化学的酸素要求量(COD)は、採水を北原式採水器で行い、ポリ容器に保管した。その後、実験室においてアルカリ性過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法で測定した。



アルカリ性過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法

底泥の化学的酸素要求量(COD)は、採泥をエクマンバージ採泥器で行った。採泥後、ポリ容器に収容し冷蔵保存した。その後、アルカリ性過マンガン酸カリウム滴定法で測定した。



エクマンバージ採泥器による採泥



坂下津生簀の底泥



逆滴定法によるCODの測定

硫化水素は、底泥を電子天秤で正確に測定し、少量の蒸留水でガラス製ガス発生装置の中に挿入した。その後、18N(18規定)硫酸を2mℓ添加し、検知管法により測定した。



検知管による硫化水素の測定

(別紙様式2)

イ 結果

2010年10月17日に観測した「坂下津生簀」の観測値と水産用水基準を比較結果を表3にまとめた。「坂下津生簀」は、海水及び底泥中のCOD、そして、底泥の硫化水素は、水産用水の基準値を満たしていた。すなわち、良好の漁場環境であった。しかし、DOは基準値以下であった。

表3.「坂下津生簀」における観測値と水産用水基準との比較

測定項目	坂下津生簀	水産用水基準※
気温 (°C)	17.5	—
水温 (°C)	23.0	—
塩分濃度 (ppt)	32.1	—
透明度 (m)	4.00	—
pH	8.12	7.80-8.40
DO (mg/L)	0m	6.00
	5m	6.00
	10m	6.00
海水COD (mg/L)	0.60	2.00
底泥COD (mg/g)	1.24	20.00
底泥硫化水素 (mg/g)	0.08	0.20
クロロフィルa (μg/L)	6.03	—
クロロフィルb (μg/L)	3.66	—
クロロフィルc (μg/L)	12.21	—

※ 水産用水基準(2005) (社)日本水産資源保護協会

ウ 考察

観測日の「坂下津生簀」でのDOは、魚介類に生理的变化を引き起こす臨界濃度4.3mg/l付近であった。その日に、生簀の養殖マダイに給餌したところ、通常よりも摂餌量が少なかった。したがって、養殖生物と海洋環境は、密接に関係することが分かった。これらのことから、低酸素時は、給餌量を調整するなど、観測データから適正な飼育管理を行うことができると考えられた。すなわち、観測データを活用することが、環境保全型養殖の実現につながる事が示唆された。

今後は、本校のGLOBE活動を水産養殖業に活用することで、地域の水産業や環境保全分野に貢献したい。

② 体験航海航路における海洋観測

水産増殖科では、2年次に航海実習で海洋観測を行っている。本年度は、平成22年6月26日(土)～7月3日(土)(7泊8日)で宇和島→屋久島→奄美大島→宇和島の航路で航海実習を行った。

海洋観測は、本航海の航路上にある屋久島・奄美名瀬港・笠利崎沖・諏訪之瀬島沖・喜志鹿崎沖・都井岬沖の6地点で採水を行った。

海洋観測は、GPSで位置を確認し、環境メーターで風向、風力を測定した。波浪・天候は目視で確認し、気温は、棒状水銀温度計を用いた。

STD(塩分水温深度測定器)にて、各水深における水温、塩分濃度を最大水深900mまで鉛直的に測定した。

水色はフォーレル、もしくは、ウーレの水色標準液で、透明度は、透明度板を用い目視で観測した。

採水は、表層水を北原式採水器により採水した。また、鉛直採水は、ナンセン転倒採水器で、最大水深900mまで採水した。

水質測定に用いる試水は、ポリ容器に1ℓ(2本)を収容し、冷蔵保存した。一方は、採水後、クロロフィル量測定のため、炭酸マグネシウム(MgCO₃)を添加し、クロロフィルのフェオフィチン化防止後、1ℓを船内で吸引ろ過した。ろ紙は、アルミ箔で遮光し、冷凍で保存した。

水質分析は、船内及び学校の実験室に持ち帰り行った。

船内では、栄養塩類を測定した。アンモニア態窒素は、インドフェノール青法、亜硝酸態窒素は、ジアゾ化法、リン酸態リンは、モリブデン青法により分光光度計で吸光度を測定し、検量線から算出した。

学校では、冷蔵保存した試水を海水の化学的酸素要求量(COD)及び栄養塩類を再測定した。CODは、過マンガン酸カリウム-ヨウ素滴定法により算出した。

クロロフィル量の測定は、アセトン溶液に色素を抽出後、分光光度計で吸光度を測定し、アセトン抽出・吸光度法で算出した。

また、プランクトンネットで10m鉛直曳きを行い、各地点のプランクトンを採集した。

表4. えひめ丸体験航海における海洋観測結果

観測場所名	屋久島表層	奄美大島表層	笠利崎沖表層	諏訪之瀬島沖表層	喜志鹿崎沖表層	都井岬沖表層
年月日	2010年6月7日	6月30日	7月1日	7月1日	7月2日	7月2日
観測時間	16:25	18:10	10:56	17:50	9:00	12:45
位置	N30°-25'6 E130°-34'8	N28°-23'6 E129°-29'8	N28°-38'087 E129°-33'231	N29°-14'3 E130°-07'7	N30°-46'2 E131°-15'5	N31°-09'1 E131°-23'0
天候	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	曇り	晴れのち曇り
風速・風向(m)	0m	北北西0.3m	西北西5.2m	5.3m西	5.2m南南西	0.7m北東
波浪(m)	0m	0m	1.5m	2.0m	1.5m	0.3m
気温(°C)	32.2	29.1	26.5	28	26.6	30.6
水温(°C)	26.7	27.5	26.5	27.4	24.3	26.0
比重	1.004	1.022	1.0226	1.0223	1.0225	1.022
透明度(m)	8.5mで着底	18mで着底	30m以上	18m	25m	14.5m
水色	3	3	1	1	3	3
pH	ND	8.20	8.21	8.23	8.21	8.22
DO(mg/L)	ND	7.67	8.00	6.96	7.34	7.27
アンモニア態窒素(μg atom N/L)	1.8601	2.7056	1.43735	0.5073	0.76095	1.09915
亜硝酸態窒素(μg atom N/L)	0.180	0.180	0.100	0.100	0.000	0.120
クロロフィルa(μg/L)	0.740	0.486	3.406	25.193	1.084	1.741
COD(O ₂ mg/L)	4.8	18.4	1.2	1.6	12.0	ND



ナンセン転倒採水器による採水



STD

(別紙様式2)

イ 宇和海、屋久島及び奄美大島の水生生物調査
宇和島湾における生物相を調査し、水産生物について学習を行うとともに、南方系の生物相から地球温暖化についても考察した。

調査場所は、宇和島市吉田町貝浦海岸にて水生生物調査を行った。調査は、スノーケリングにより行い、タモ網、素手などの方法で生物を採集した。採集後、図鑑にて分類を行い、元の場所に再放流した。

屋久島及び奄美大島は、スノーケリングによる亜熱帯水生生物観察実習を行い、南方系の水生生物について学習した。



奄美大島における水生生物観察実習

ウ 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を調査した。

生物は、スコップなどを用いて素手及びタモ網で採集した。採集後、図鑑を用いて分類後、元の場所へ再放流した。

愛媛県レッドデータに記載されている甲殻類などたくさんの水生生物を確認することができた。



本校と隣接する来村川河口干潟

IV 研究の成果と課題

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、215 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することができた。

更には、生物的視点から水域の環境を評価するこ

とができた。これらより、生徒は、海域の環境をより身近に感じ、自然環境や環境分野に対して興味・関心を喚起することができた。すなわち、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ことができた。さらに、様々な取り組みを通して、海や自然を感じ、世界的な規模で環境をみつめる基礎が築かれた。

今後は、GLOBE 活動で測定したデータを活用することである。測定したデータを水産養殖業に活用することで、地域の水産業や環境保全分野に貢献したい。そのためにも、様々な機関と連携し、継続的にGLOBE 活動を行っていきたい。

V 今後の展望

地域の水産養殖業や環境保全分野に貢献するために、そして、生徒に環境問題を世界規模で考えられる視野を身に付けさせるために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 学校施設「坂下津生簀」の漁場環境の評価

② 宇和海の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

(4) 生物学的視点からみた環境教育の実践。

① 水生生物における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

VII 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)

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>

(別紙様式2)