

(別紙様式2)

学 校 名

鹿児島県立鹿児島水産高等学校

問い合わせ先

電話番号 (0993) 76—2111

E-mail kagoshima-f-sh@edu.pref.kagoshima.jp

I 学校の概要

1 児童生徒数, 学級数, 教職員数

- (1) 生徒数 300名
 - (2) 学級数 3学科 5クラス
 - (3) 教職員数 61名
- (平成26年3月現在)

2 地域の概況

本校が位置する枕崎市は、全国有数のカツオ水揚量を誇っている。また、かつお節製造等の水産加工業が盛んな町であり、水産教育を行う環境に恵まれている。本校は明治43年に創立され、平成21年に100周年を迎えた歴史と伝統を持つ本県唯一の水産専門高校である。これまで9,000名近くの人材を水産・海運業界に輩出し、県内はもとより全国、世界的にも活躍している人材が少なくない。設置学科は海洋科、情報通信科、食品工学科で、海洋科は、3つのコース(海洋技術、機関、栽培工学)から構成されている。

3 環境教育の全体計画等

- (1) GLOBE測定項目(水質)の継続的な観測
- (2) 花渡川・池田湖の水質調査
- (3) 藻場再生活動
- (4) 除去ウニの有効利用の研究
- (5) サンゴ保全活動
- (6) 藻場及びサンゴの生態についての講演会

II 研究主題

「水温やpH等の水質環境が南薩海域の

サンゴ・藻場再生に及ぼす影響」

III 研究の概要

1 研究のねらい

本校が位置する枕崎市を含めた南薩海域は、かつてはサンゴや藻場が群生していた。しかし、近年それらはオニヒトデの食害や磯焼け等によって消失してきている。そのために本校では食害生物のオニヒトデ駆除、磯焼けの原因の一つとされるウニの除去に取り組んできたが、その食害生物の大量発生が何に起因しているのか不明である。

そこで、水質調査を継続的に行うことによって、サンゴや藻場がなくなった理由を生徒と共に考え、温暖化や別の要因があるのかを考察し、対処方法を考えることを目的の一つと

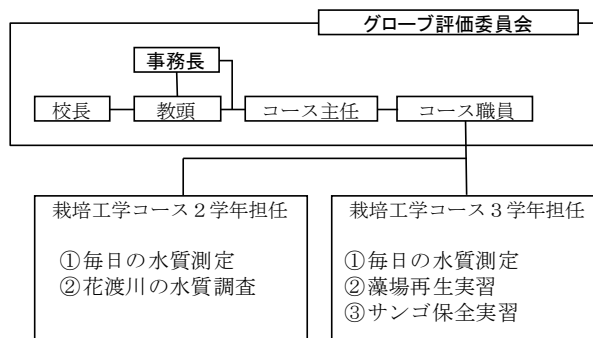
した。

また、生徒自身が主体的に調査を行うことで、現在地球上で発生している環境問題に興味・関心を持ち、海洋環境に関する課題について考える力を養うことをねらいとした。

2 校内の研究推進体制

(1) 研究推進体制

本校では、研究推進体制として校長、教頭および事務長、海洋科栽培工学コースの教職員(5名)の計8名で委員会を設置し、海洋科栽培工学コースを中心に活動する。



(2) 観測体制

① 観測分野

GLOBE観測分野の「水質」を測定した。

② 観測者

本コースの2・3年生が毎日の実習で測定し、休日は本コース生徒全員輪番で測定を行った。

③ 観測地点, 測定時期

観測地点や測定時期等を以下の下表にまとめた。

対象	具体的な調査地点	測定時期
海水	海洋科栽培工学実習棟の海水	毎日 午前9時
淡水(井水)	水産高校の井戸水	1回/週 午前9時
河川水	花渡川(2級河川)の水	1回/年 (水質調査実習時)

④ 調査項目, 使用機器

下表に9項目について示す機器を使用し測定した。

調査項目	使用機器	海水	淡水
気温	棒状アルコール温度計	○	○
水温	棒状アルコール温度計	○	○
塩分濃度	ポータブル多項目水質系	○	○
DO			
pH			
雲量	(目視確認)		
亜硝酸態窒素	簡易水質検査試験紙	○	○
硝酸態窒素			
アンモニア態窒素			

(別紙様式2)

(3) 観測機器などの設置状況

① 気温



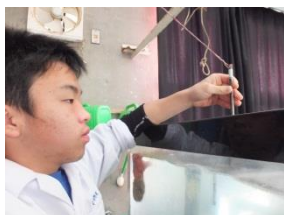
気温測定

② 雲量



雲量測定

③ 水温・塩分濃度・DO・pH



水温測定



多項目水質計による測定

④ 亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・アンモニア態窒素



パックテスト

3 研究内容

(1) グローブの教育課程への位置付け

この活動は、教科「水産」における「課題研究」や「総合実習」、「ダイビング」、「海洋環境」、加えて学校設定科目である「里海」といった専門科目に関わりが深い。

(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、海洋環境調査、サンゴ保全、藻場再生活動を行い、さらに、鹿児島大学水産学部の野呂秀忠教授による講演会も行うことで専門的な知識を身につけた。

① 海水温

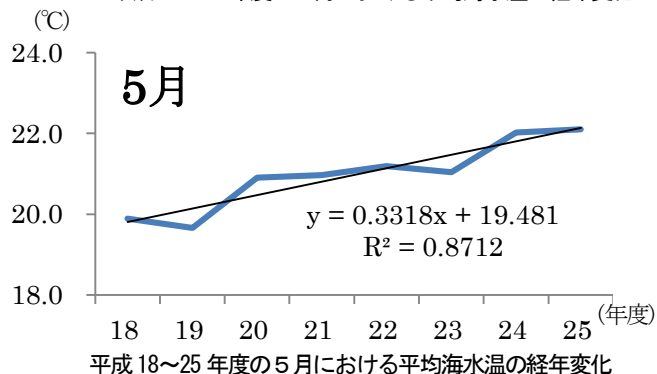
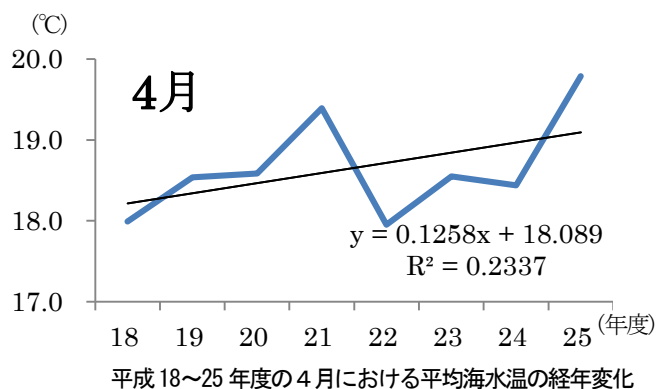
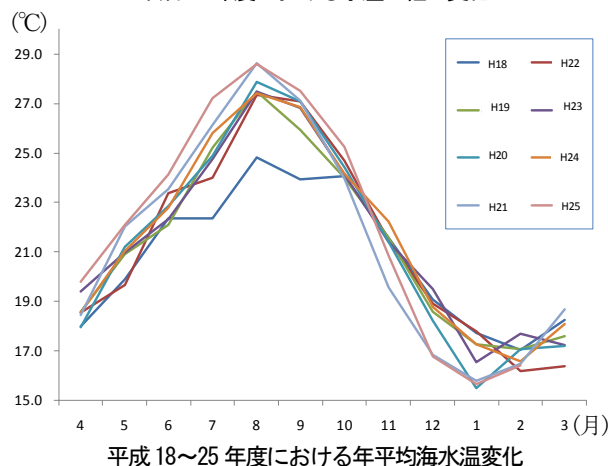
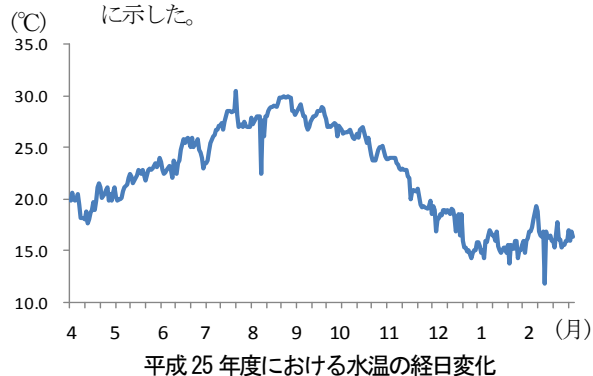
本コースでは、土日祝日を含め、年間を通して毎日水質管理を継続している。継続的な水質測定を行うことにより、短期的な調査ではなく、経年変化等の長期的な変化を科学的に観察することができる。また、生徒自身が休日も含めて調査を行うことにより、水質を始めとした海洋環境に興味・関心を持つことが期待される。そして、「海洋環境」、「栽培漁業」、「水産生物」といった専門科目の内容をより深めることができると考えられる。

ア 海水温の変化及び過去8か年の海水温比較研究

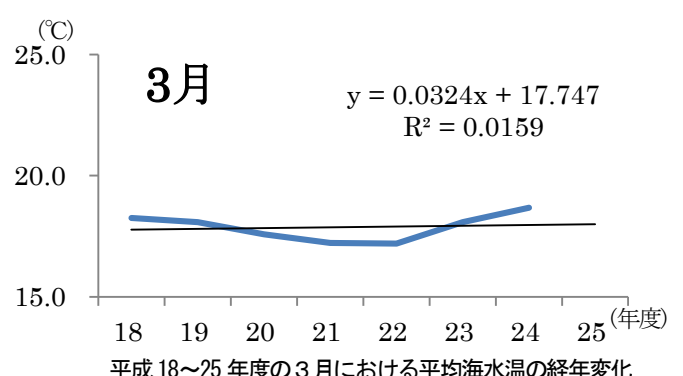
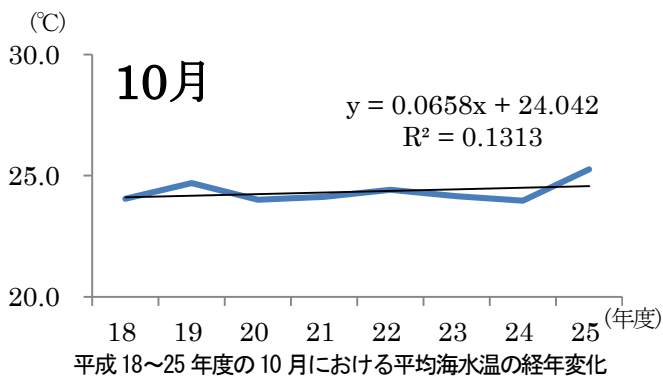
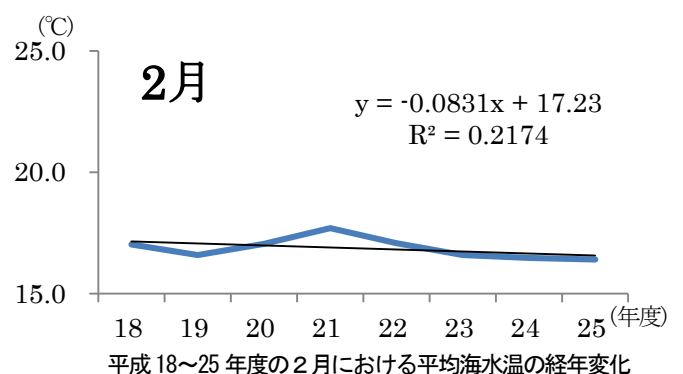
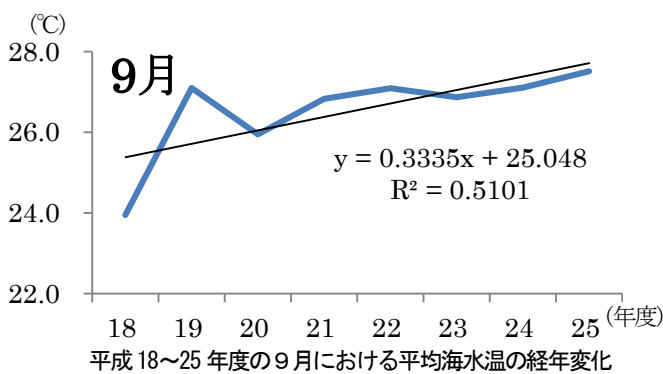
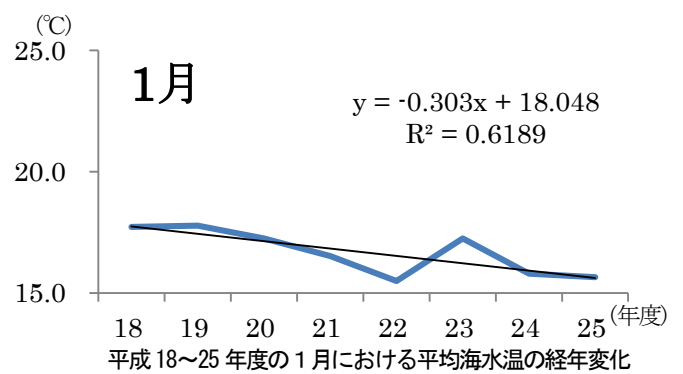
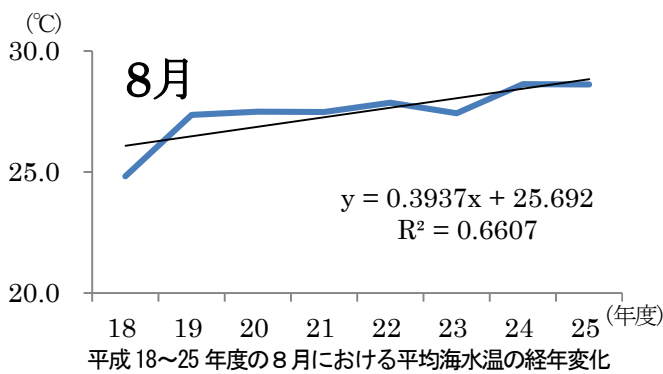
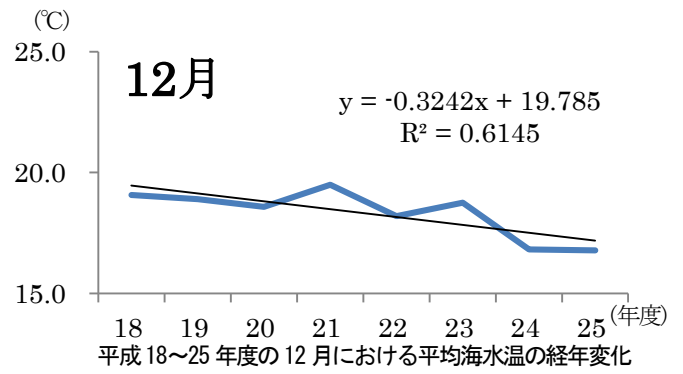
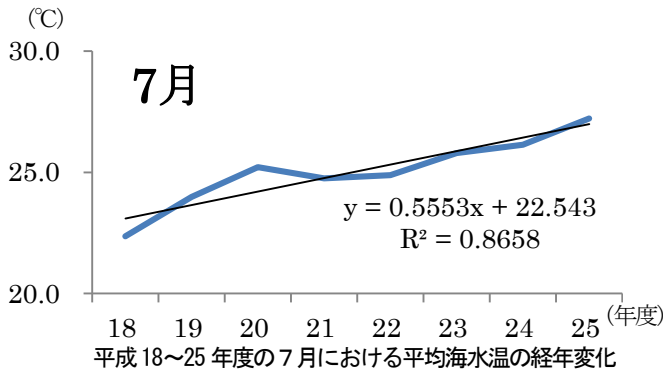
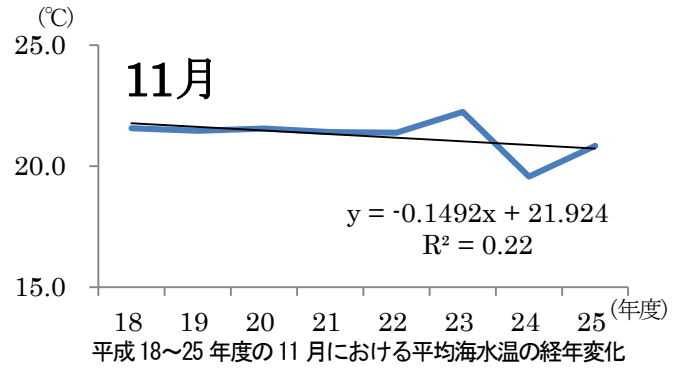
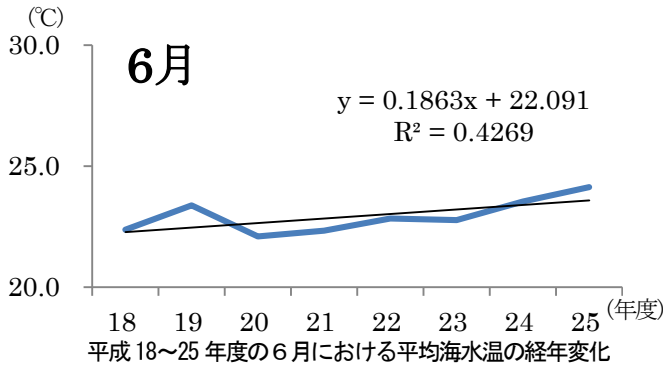
本校では、平成18年度より継続して海水温を記録している。そこで、海水温が過去8か年でどのように変化をしたのかをまとめた。

イ 結果

今年度の水温の経日変化、平成18～25年度の年度毎の平均海水温の変化、そして平成18～25年度の各月からみた平均海水温の経年変化とその近似曲線を下図に示した。



(別紙様式2)



(別紙様式2)

ウ 平成18～25年度における海水温の経年変化の傾向

平成18～25年度における各月毎の海水温の経年変化の傾向を下表にまとめた。気温の高い時期には年々海水温が高くなっていく傾向があり、気温の低い時期には、年々海水温が低くなっていく傾向がみられた。

月	R ² 値	相関	傾向
4	0.23	△	上昇
5	0.87	◎	上昇
6	0.43	○	上昇
7	0.87	◎	上昇
8	0.66	○	上昇
9	0.51	○	上昇
10	0.13	×	なし
11	0.22	△	下降
12	0.61	○	下降
1	0.62	○	下降
2	0.22	△	下降
3	0.02	×	なし

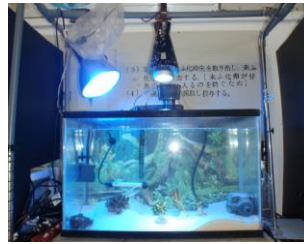
R² 値の相関関係

0.0 ≤ R² < 0.2 . . . ×
(相関なし)

0.2 ≤ R² < 0.4 . . . △
(弱い相関あり)

0.4 ≤ R² < 0.7 . . . ○
(相関あり)

0.7 ≤ R² < 1.0 . . . ◎
(強い相関あり)



室内循環水槽②



室内流水水槽



屋外流水水槽

② サンゴ種苗生産活動

サンゴは地球温暖化の原因である二酸化炭素を吸収し、幼稚仔魚の成育の場にもなるため、環境問題を考えるにあたって非常に有効な素材である。また、本県は多数のサンゴを有しており、奄美大島やトカラ列島だけではなく、鹿児島県本土にも多数生息している。

しかし、そのサンゴが現在は水温上昇やオニヒトデ等の食害等により減少している状態である。そのため、環境教育の一環としてサンゴ保全活動に取り組んでいる。

これまで、本コースではオニヒトデやヒメシロレイシダマシ等の食害生物駆除に取り組んできた。しかしながら、駆除実施海域のサンゴの状態は一向に回復せず、むしろ壊滅状態となっている。そのため、平成24年度よりサンゴ保全の次の段階として、サンゴの培養・移植・再生の研究を行っている。飼育研究においては、本コースの生徒がサンゴの状態を毎日確認し、定期的に水質の測定を行った。

ア 飼育研究方法

今回、本コースでは学校の飼育施設にあった飼育方法を確立するために飼育条件を変えて、4種類の飼育研究を行った。それぞれの方法と設備及びその用途を下表に示す。

飼育研究方法	設備	用途
室内循環水槽①	60センチ水槽	
	上部ろ過槽	ある程度の汚れの物理的ろ過
	蛍光灯	サンゴの光の供給源
室内循環水槽②	60センチ水槽	
	プロテインスキマー	水中有機物の大幅なる過
	ヒーター	水温を一定に保つ
	クーラー	
	流水ポンプ	水槽内に流れをつくりだす
室内流水水槽	水流ポンプ	水槽内に流れをつくりだす
	メタルハイドランプ	蛍光灯より太陽光に近い光
	水槽	
屋外流水水槽	水流ポンプ	水槽内に流れをつくりだす
	遮光幕	海藻の成長抑制対策

イ 結果

4種類の飼育研究の成長及び特記事項について下表にまとめ、室内循環水槽②、室内流水水槽及び屋外流水水槽の水質データについてはグラフで示した。

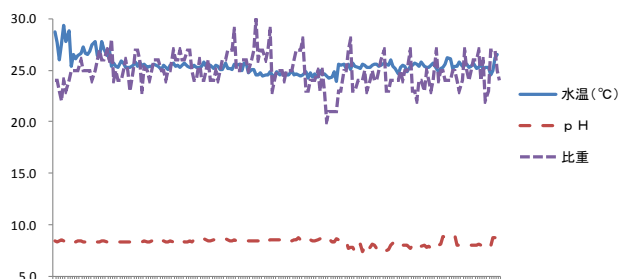
飼育研究方法	成長	特記事項
室内循環水槽①	×	飼育後2日で白化し始め、4日目には完全に白化した。 日照不足や栄養塩の増加等が白化の原因と思われる。
室内循環水槽②	△	水温は24.2～28.7℃、比重は1.020～1.030で推移した。 栄養塩については、硝酸塩が2.5～20.0ppmで推移し、リン酸塩は検出されなかった。硝酸塩が20.0ppmまで上昇する日においては、サンゴが白化し始めたため、海水の交換等で対処した。
室内流水水槽	○	白化はみられず、順調に成長した。 水温は15.4～24.1℃、比重は1.020～1.027で推移した。 栄養塩については、硝酸塩が2.5ppmで、リン酸塩については検出されなかった。 飼育期間中は室内循環水槽と比べ水温変化が大きくなく、変化も緩やかであった。
屋外流水水槽	○	白化はみられず、順調に成長した。 水温は、15.9～28.7℃、比重は1.017～1.027で推移した。 栄養塩については、硝酸塩が0.0～5.0ppmで、リン酸塩は検出されなかった。 すぐに海藻が繁茂してしまうため、定期的な掃除等の海藻対策が必要になる。



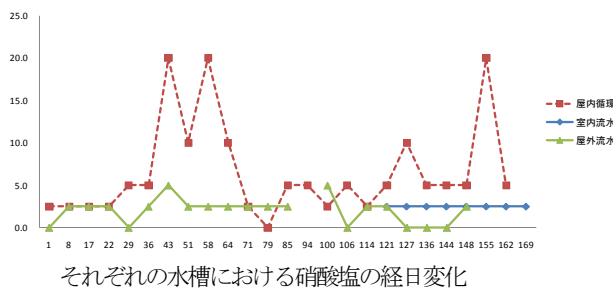
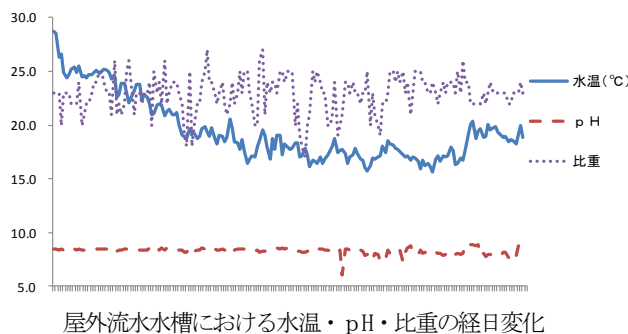
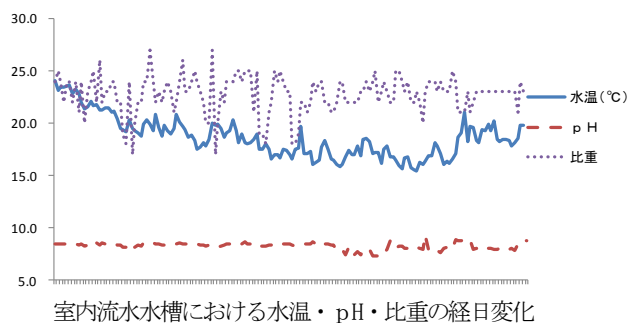
白化したサンゴ



海藻に覆われたサンゴ



(別紙様式 2)



ウ サンゴ移植

結果イより、成長の様子、飼育管理の安易さからみると、屋外流水水槽による飼育が最もサンゴ種苗生産に適していた。

屋外流水水槽において飼育した8個体のサンゴ種苗A~Hを本校下の海に移植した。移植方法として、潜水を行い、移植する面に生えている海藻等をブラシできれいに落とし、そこに移植するサンゴを水中ボンデで固定した。そして、本年度11月17日の移植直後と、約1か月後の12月14日に、移植サンゴの全長と表面積を画面上の面積や長さを実際の長さに演算できる画像解析ソフトimageJを利用して記録し、成長度合いを下表に示した。

移植サンゴは全ての地点において、全長及び面積の両方に成長が認められた。全長においては平均0.68mm成長しており、面積においては平均0.39mm²成長していた。



移植したサンゴ



サンゴ移植



サンゴ種苗の移植場所

移植サンゴ	全長(mm)		成長度(mm)
	直後	1か月後	
A	14.47	15.22	0.75
B	21.17	21.96	0.79
C	14.26	14.85	0.59
D	13.37	14.03	0.66
E	20.38	21.11	0.73
F	19.56	20.35	0.79
G	22.97	23.46	0.49
H	24.73	25.34	0.61

移植サンゴ	面積(mm ²)		成長度(mm ²)
	直後	1か月後	
A	66.49	66.97	0.48
B	148.56	148.99	0.43
C	81.17	81.65	0.48
D	65.63	66.00	0.37
E	96.00	96.32	0.32
F	97.66	98.01	0.35
G	182.54	182.89	0.35
H	201.93	202.28	0.35

④ 藻場再生活動

藻場は、光合成による酸素供給としてだけでなく、魚貝類の産卵の場としてはもちろんのことサンゴと同様に幼稚仔魚の生育場所としての役割も大きく海洋環境上非常に重要な資源の一つである。

しかし、近年の磯焼け等による藻場の減少は本県でも深刻で、その回復を目指して、本コースでは生徒を主体とした藻場再生への取組を行っている。そして、生徒自身が失われた藻場の再生活動を行うことで「自分たちでも環境を改善させることができる」という環境意識の向上にもつながる。

また、除去したウニ類の利用については課題が残っていた。除去ウニ類の中でも数の多いガンガゼは他のウニ類に比べ味が落ちることや、毒のある鋭い棘があることにより、あまり利用がされていなかった。

そこで、ガンガゼの有効利用方法を研究することにより、ガンガゼが売れると分かれば、地元の漁師の漁獲対

(別紙様式2)

象種となり、ウニ増加の対策にもなる。さらに、特産品開発という形で地域に貢献できるとともに、継続的な藻場の管理にもつなげることができる。

今回、鹿児島県水産技術開発センターの協力をいただいで、生徒が課題研究において、指宿で除去したガンガゼを使って、ウニムースとウニふりかけを製作した。

ア ウニ類の駆除実習(高山・指宿)

本コースでは、平成25年6月19日に高山漁業協同組合と協力して高山海域において、同年10月2日に指宿漁業協同組合と鹿児島県水産技術開発センターとの協力で指宿海域において、藻場再生実習をおこなった。



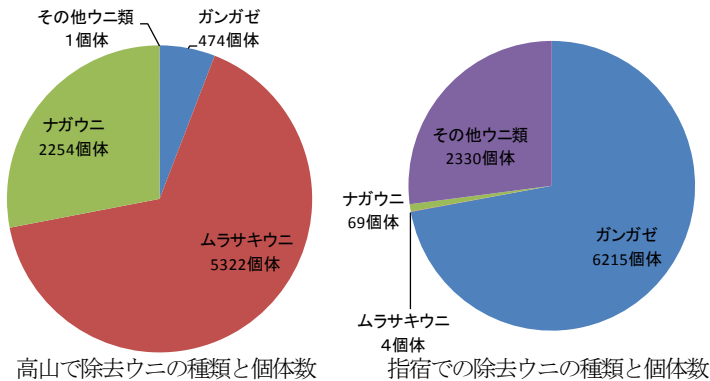
高山海域でのウニ除去



指宿海域でのウニ除去

イ 結果

高山海域及び指宿海域で除去したウニの種類と除去数を下表に示した。高山においてはムラサキウニ、次いでナガウニが優占していた。指宿においてはガンガゼが優占しており、高山と指宿においてはウニ類の出現種が大幅に異なっていた。今後も継続してウニ除去を行うことによって、藻場の再生を図っていく。



ウ 除去ガンガゼの有効利用①「ウニムース」の製作

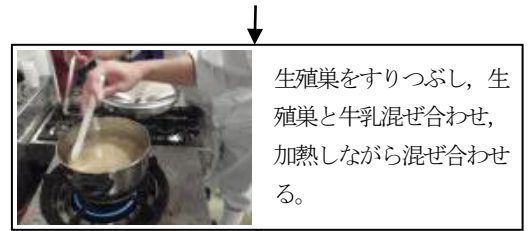
(材料) ガンガゼ、生クリーム、塩、こしょう



最初に棘を取り除き、口器を取り出す。その後はスプーンを用いて、生殖巣を取り出す。



取り出した生殖巣から残った棘等をピンセットで取り除く。



生殖巣をすりつぶし、生殖巣と牛乳混ぜ合わせ、加熱しながら混ぜ合わせる。



その後は、加熱殺菌を施したビンに詰めて、冷蔵庫に冷やして完成。

エ 除去ガンガゼの有効利用②「うにふりかけ」の製作 (材料) ガンガゼ、あられ、海苔、干しエビ、塩



ウで取り出した生殖巣を重ならないように並べていく。



その後、加熱乾燥機にかけて、完全に乾燥させる。



乾燥させたものを粉状にすりつぶして、うにふりかけの完成。

④ 講師招聘

本コースが継続して行っている藻場再生活動やサンゴ保全活動等の環境保全活動を推進していくにあたり、藻場やサンゴについての知識をより深めることを目的として、鹿児島大学水産学部より野呂忠秀教授を講師として招聘し、「藻場およびサンゴの生態について」というテーマで講演していただいた。講演会を聞いた生徒は、「藻場やサンゴの大切さがよくわかり、自分たちが取り組んでいる藻場再生活動やサンゴ保全活動がどれだけ重要なかがわかりました」等、聞いた生徒全員の環境意識が向上していた。



野呂忠秀教授の講演会

(別紙様式2)

IV 研究の成果と第2年次に向けての課題

1 研究の成果

(1) 海水温の変動

これまで継続していた海水温の経年変化をまとめることによって、夏季の海水温は上昇傾向にあり、冬季には下降傾向にあった。近年は、地球温暖化がさげばれているため、海水温がどの時期においても上昇していると考えていたが、この冬季に海水温が下降傾向にあるという興味深い結果が得られた。

そのため、生徒は「なぜ地球は温暖化しているのに、冬には寒くなっていくのだろうか」という疑問がわいていた。これこそ、このグローブ事業の目的でもある「生徒・教師が協力しながら、環境に関する意識の啓発」を達成していると考えられる。今後も継続して観測していき、得られた結果の考察を行うことによって、更なる環境意識の向上を図り、サンゴや藻場の減少理由を考えていきたい。

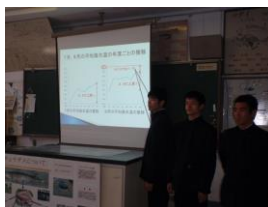
(2) 課題研究発表

本コースの3年生が、1年間取り組んできた研究の成果をまとめ、発表することによってデータのまとめ方やプレゼンテーション能力を養うことができ、他の班の発表を聞くことによって、新しい知識の習得にもなる。また、次年度に課題研究を行う2年生も、3年生の発表を聴くことによって、次の研究を考える良いきっかけにもなった。1年生も本格的な研究発表を初めて聴くため、2年生からの専門教科の勉強にもなった。

① 海水温の変動の研究発表



海水温のデータ整理



課題研究発表

② サンゴの移植についての研究発表



サンゴ水槽の海藻掃除



課題研究発表

③ 藻場再生活動での除去ウニの有効利用発表



ガンガゼの殻むき



課題研究発表

V 研究第2年次の活動計画

今年度は多項目水質計の故障により、pH、D0、塩分濃度等のデータを測定することができなかつたため、来年はそれらの項目も測定し、水質を多角的に評価していこうと考えている。

研究第2年次は、生徒の環境問題への興味・関心を更に向上させるために、以下のような研究を計画している。

研究項目	研究内容	実施時期
水質測定	海水の水質(水温、pH、D0、塩分濃度)測定、淡水(井水)の簡易水質検査を実施しまとめて報告を行う。	毎日(海水)1回/週(淡水)
池田湖・花渡川水質調査	平成25~26年度の池田湖・花渡川の水質(水温、pH、D0、COD、アンモニア、リン等)を測定し、まとめて報告を行う。	12月上旬
藻場再生活動	海藻の食害生物であるウニ類の除去を行う。	夏季~秋季
サンゴ保全活動	屋外流水水槽でのサンゴの飼育継続を行い、移植サンゴの継続的な成長調査を行っていく。また、夏季にはオニヒトデ駆除を行う。これらの結果をまとめて報告を行う。	飼育:毎日 駆除実習:夏季