

公 益 財 団 法 人

下中記念財団

The Shimonaka Memorial Foundation

下中科学研究助成金取得者研究発表

研究発表一覧は下記からご覧いただけます。

<https://www.shimonaka.or.jp/3s-grant-contest/>

環境の変化する砂浜海岸を理科教材として活用していくための基礎的研究

ーイソハマグリとリュウキュウナミノコガイの分布調査を通してー

沖縄県名護市立東江小学校

友利 義明

1. はじめに

四方を海に囲まれた沖縄県では、人々の生活は海と深い関わりを持って営まれており、島々を取り囲んでいるサンゴ礁は、先史時代から現在まで人々の生活をさまざまな側面から支える重要な役割を果たしてきた(西原、1986) ¹⁾。

しかしながら、近年になると海岸線の開発が進められるようになり、沖縄島の多くの場所で海岸が埋め立てられ、人工海岸が建設されている。人々がレジャーの場としての活用している砂浜海岸(ビーチ)も、全く人手が入っていない自然海岸、人々が利用しやすいように整備された半自然海岸、砂浜ではない所に人工的に砂を入れ、新たに造りあげた人工海岸など、多様な状態にある。見た目はよく似ているが、成立している基盤が大きく異なるこれらの砂浜海岸では、生息している生物の特徴も異なる可能性があるが、その比較研究はほとんど行われていない。

また、沖縄県は台風の通り道に位置しているため、その規模や風向きによって砂浜海岸も深刻な被害を受けることがある。台風以外にも冬場に強い季節風が発生し、海上が台風並の大時化となることもある。このような強い季節風は、砂浜海岸とそこに生息している生物に大きな影響を与えらると思われるが、外部要因による定期的な攪乱によって、どのような影響を受けるかについての報告はほとんどなされていない。

そのため、砂浜海岸という身近な自然環境が、季節風等による攪乱によって、どのような影響を受け、どのくらいの期間で元に戻っていくのか。そこに生息する生物は、どのような影響を受けているのか。などの興味深い疑問が生じる。

本研究では、身近な存在だがその実態について良くわかっていない砂浜海岸とそこに生息する生物を題材とした理科教材開発の基礎研究として、亜熱帯の砂浜海岸に生息する代表的な埋性二枚貝であるイソハマグリ *Atactodea striata*, リュウキュウナミノコガイ *Donax fava* の調査を行った。今回は、この2種の生息状況と砂浜海岸の環境構造の季節変化の実態について、小学校理科への教材化に向けた視点から報告を行う。

2. 研究方法

1) 調査時期

2014年4月～2015年3月

2) 調査場所

沖縄県の沖縄島に位置し、比較的知名度の高い6カ所の砂浜海岸を調査場所とした。

・自然海岸:

屋我地奥武島海岸

・半自然海岸:

漢那ビーチ、泡瀬海岸、浜比嘉ビーチ

・人工海岸:

西原キラキラビーチ、アラハビーチ

3) 調査方法

表 1 調査海岸の概要

海岸名	屋我地 奥武島海岸	泡瀬海岸	浜比嘉海岸	漢那ビーチ	アラハビーチ	西原キラキ ラビーチ
位置	西海岸内陸	東海岸	東海岸	東海岸	西海岸	東海岸
一般的な呼 称	砂浜～干潟	干潟	砂浜海岸	砂浜海岸	砂浜海岸	砂浜海岸
砂浜のタ イプ	包囲的	包囲的	保護的	開放～保護 的	保護的	開放的～保 護的
砂の搬入	なし	なし	あり	あり	あり	あり
人工構築 物	なし	あり(基地と の境界の石 垣)	あり(砂流失 防止護岸)	あり(漁港と の境界の護 岸)	あり(砂流失 防止護岸)	あり(砂流失 防止護岸)

①ベルトトランクセクト法^{注1)}によっ

て、大潮満潮線より海側に向かって1m
間隔で汀線まで調査した。イソハマグ
リとリュウキュウナミノコガイを対象
種とし、50×50cm深さ5cmの底質を5
mmの篩(ふるい)にかけ、篩上の個体
の同定と殻長の測定を行った。

②台風や季節風、波浪による海岸への影
響を把握するため、基点より5m間隔
で海岸の高低差を測定し、地形断面図
を数ヶ月ごとに作成した。

③底質の粒度と二枚貝の生息との関係を
調べるため、半年毎に砂浜の底質を採
取した。試料約500mLを粒径1cm、2000、
1000、500、250、125、63 μ mの篩にかけ、
粒度組成を調べた。

④各調査地を毎月1回、年間を通して調
査し、個体群の季節変動を捉えた。

環境白書(1981)では海岸に人工構築物
がない海岸を自然海岸、潮間帯の背後に直
接波の影響を受ける人工構築物などがある
海岸を半自然海岸、埋め立てなどによって
造られた海岸を人工海岸と述べている。ま
た本調査では新規に砂を搬入した海岸や、
砂流失防止の護岸がある海岸も人工的な関
わりがあると判断した。

3. 結果および考察

1) 調査場所の概要

本調査は海岸の位置、環境が二枚貝の
生息に大きく関わってくると考えられる
ため、簡単に概要を表1に記す。海岸の
タイプは須田(2002)²⁾の開放性に基
づく分類を参考にした。

沖縄島は季節によって、風向きが変わ
り、その影響で波が高くなることがある。
また周りが海に囲まれているため、台風
の影響は東海岸と西海岸では対照的にな
ることがある。調査期間中に沖縄島に接
近、上陸した台風の概要は以下の通りで
ある。

- ・台風8号：7月8日(接近)、建造物
等への被害(大)、平均風速16.8～23.6
m/s
- ・台風12号：7月31日(接近)、建造物
等への被害(小)、平均風速6.4～10.0
m/s
- ・台風14号：9月7日(接近)、建造物
等への被害(小)、平均風速3.2～6.8m/s
- ・台風19号：10月11日(上陸)、建造物
等への被害(大)、平均風速16.6～26.0
m/s

台風12、14号については、海岸への影響
は軽微であった。

2) 埋在性二枚貝の個体数変動

①イソハマグリ

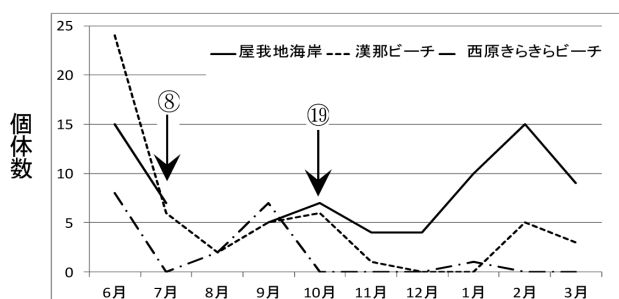


図1 イソハマグリ个体数変動(个体数の少ない海岸)

↓は台風の番号で接近、上陸した時期を示す

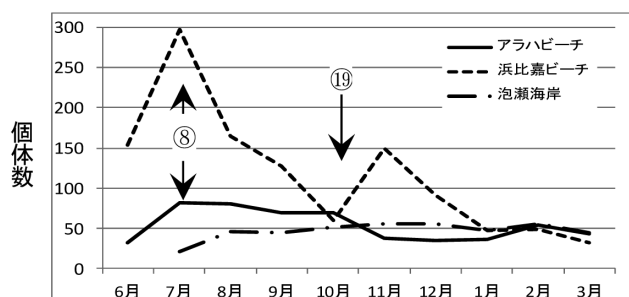


図2 イソハマグリ个体数変動(个体数の多い海岸)

自然海岸である屋我地奥武島海岸では台風8号の通過とともにイソハマグリの個体数が半数以上減少した(図1)。8月には調査していないため、生息状況は確認できなかったが、9月には5個体確認できた。その後10月に上陸した19号では個体数の減少は見られず、分布範囲を広げていた。一方、西原キラキラビーチでは7、10月ともに台風通過後の個体数が0となった。10月以降2ヶ月間確認できず、1月には1個体確認できたが、2、3月には確認できなかった。漢那ビーチは7、10月(10月は台風前に調査したため、11月の結果となる)の両方とも個体数は減少した。特に10月以降は台風接近がなかったにもかかわらず、個体数が回復に時間を要しているのは、冬場に見られる強い季節風による影響だと思われる。泡瀬海岸は台風での個体数の減少は見られ

ず、年間を通してほぼ同じ個体数となった(図2)。浜比嘉海岸は7月の台風と個体数減少の関係は見られなかったが、その後の10月の台風通過後の調査では個体数が大きく減少した。8、9月にも減少しているが、この時期に接近した台風の平均風速の数値から他の要因があると思われる。その一つとして7月に多く確認できた新規加入個体(孵化後浮遊生活を送り、底質に定着した殻長1cm未満の個体)が環境にうまく適応できずに減少したと推測できる。実際7、8、9月の採取したイソハマグリ総個体数に対する平均殻長は月が経つにつれ大きくなっている。アラハビーチは台風による著しい個体数減少は見られなかったが、10月以降は全体的に個体数が少なくなる傾向となった。

②リュウキュウナミノコガイ

リュウキュウナミノコガイは浜比嘉ビーチ、アラハビーチではほとんど確認できなかったため、残りの4カ所の海岸で分布状況を調査した。

屋我地奥武島海岸では、7月の台風で個体数0となったが、その後9月以降は継続して確認できた。特に10月に増加している点は同海岸のイソハマグリのグラフと似た結果となった。泡瀬海岸はイソハマグリ同様大きな個体数変動は見られず、他の海岸で個体数が減少傾向にあった11月に増加のピークが見られた。西原キラキラビーチは本種でも2度の台風後には個体数0となり、10月以降はほとんど確認できていない。台風接近前の6月の時点で確認できていなかったが、8月には10個体近く出現していることから、もともと

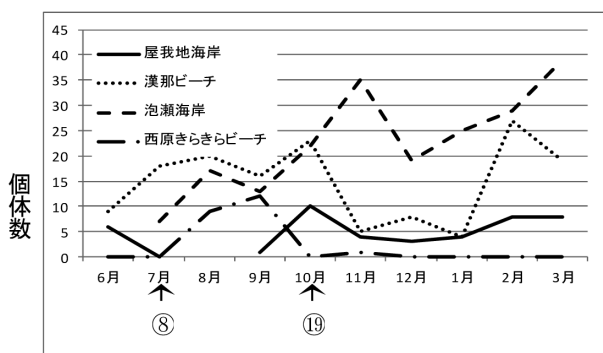


図3 リュウキュウナミノコガイの個体数変動

ビーチ内に生息していたと思われる。しかし10月に台風によって、ビーチ内にはほぼ生息していない状況となり、10月以降も個体数が回復できなかったと考えられる。一方漢那ビーチは、10月の台風後の調査で大きく個体数が減少したが、1月まで個体数が上昇することはなかった(図3)。これはイソハマグリと同じ傾向を示しており、こちらも冬場の季節風の影響だと考えられる。

これらの結果より、イソハマグリが減少した海岸はリュウキュウナミノコガイも同様に減少している傾向があること、西原キラキラビーチのように台風によるダメージの大きな海岸では個体数の回復までにはかなりの時間を要すること、また漢那ビーチのように冬場の季節風は二枚貝の生息に大きな影響を与えていることが分かった。

3) 台風の影響による地形の変化

7月の台風8号と10月の台風19号は各地で停電や、倒木、農作物への影響、公共の交通機関を停止等、人々の生活に大きな影響を与えた。

調査対象の海岸についても、場所によって外見上の被害の大きさの程度が異

なっていたため、台風前後の地形断面面図を比較し、各調査場所での台風の影響を比較した。

屋我地奥武島の場合、台風が接近していた7月と9月がほぼ同じ断面図になり、台風から時間が経った1月と6月では同じ地形図となった(図4)。浜比嘉海岸では4回の測定がほぼ同じ結果となり、年間を通してほぼ地形が変化していないことが明らかとなった(図5)。

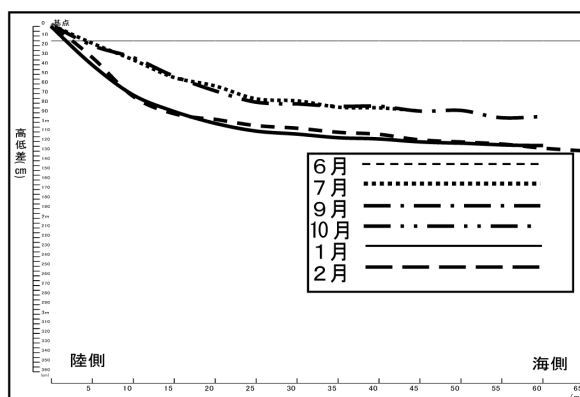


図4 屋我地奥武島の地形の変化

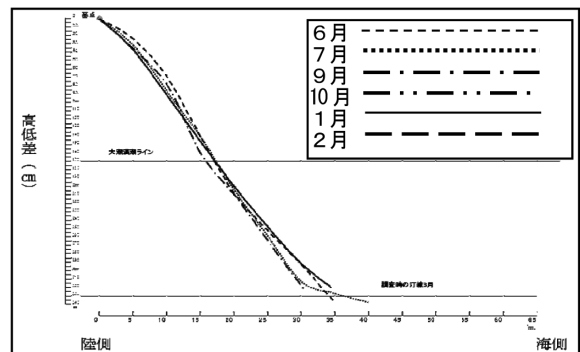


図5 浜比嘉ビーチの地形の変化

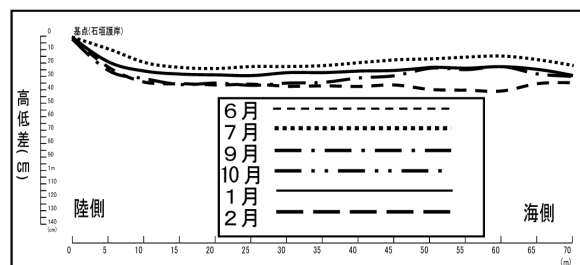


図6 泡瀬海岸の地形の変化

泡瀬海岸も浜比嘉ビーチ同様、年間を通して大きな地形の変化は見られなかったが、台風後には若干地形が上昇する傾向が見られた(図6)。

アラハビーチは浜比嘉ビーチや泡瀬海岸よりさらに地形の変化が明瞭に出た。台風通過後に地形が上昇する傾向が見られ、最大で80cmとなる地点も見られた(図7)。西原キラキラビーチはさらに変化が大きく、高低差が最大100cmとなった。また台風後は海岸の砂がかなり飛ばされ、砂浜に隣接している遊歩道は完全に砂に埋もれた。さらに50m内陸にある駐車場も飛んできた砂によって、アスファルトが完全に見えなくなっていた。そのため、台風通過1～2週間は飛んだ砂を集めたり、完全に地形が変わった海岸を重機を使って整地している光景が見られた。このような環境の変化が本海岸では台風接近の度に起こるため、生息生物、特に砂浜に生息している潮間帯生物に大きな影響を与えていると考えられる(図8)。

一方、漢那ビーチは台風による地形の変化も多少見られたが、台風後の10月～1月までの間で海岸の地形は大きく変化し、最大で80cm上昇した(図9)。本ビーチは見た目上、西原キラキラビーチのような大きな地形の変化は確認できないが、海岸に打ち上げられる礫の割合の変化が海岸の環境を変えている。

特に10月以降は汀線付近にカスプ(礫が集積的に集まっている場所)が見られ、月ごとにその形や場所は変化していた。通常底質は、中砂～細砂が中心であるが、礫が打ち上げられた場所の底質は掘ってみても、礫がほとんどを占めている。埋在性二枚貝にとっては生息環境が大きく変わることになり、

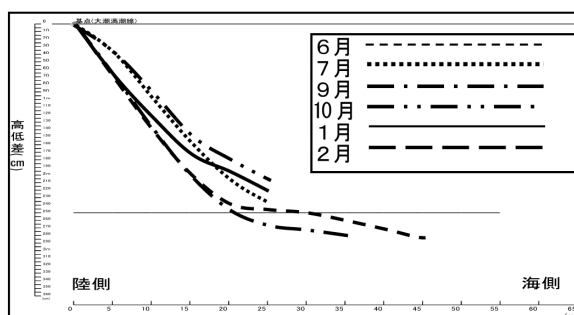


図7 アラハビーチの地形の変化

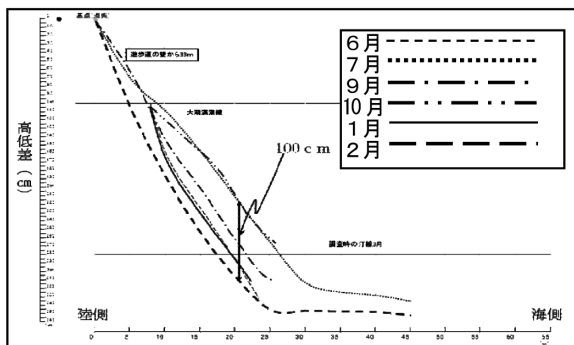


図8 西原キラキラビーチの地形の変化

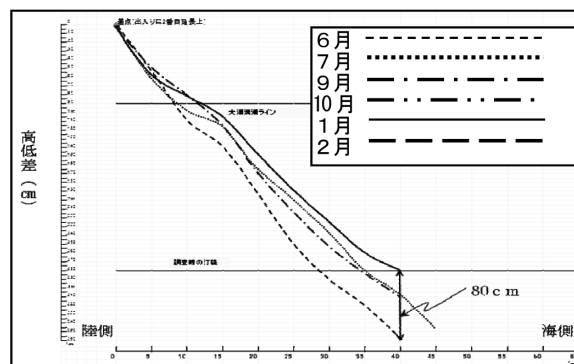


図9 漢那ビーチの地形の変化

毎月同じ場所を調査していると生息の減少が実感できた。このような環境の変化は2～3カ月続く。1月以降はカスプが見られる場所が定着し、調査ライン上の底質も礫から通常の中砂～細砂へと戻り、安定するようになっていた。

4) 底質の粒度組成

屋我地奥武島の底質を見ると、10月、1月のそれぞれの地点の累積曲線がほぼ同じ形を示している(図10)。これは、

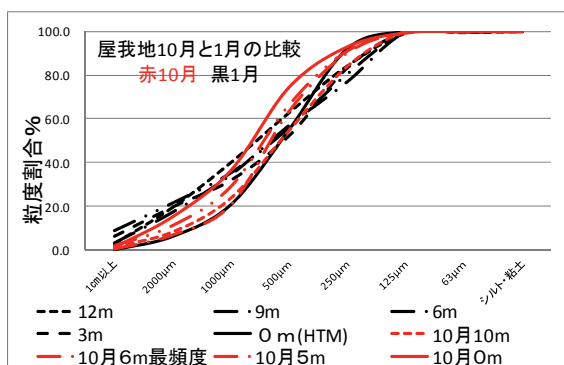


図 10 屋我地奥武島における底質の比較(10月と1月)

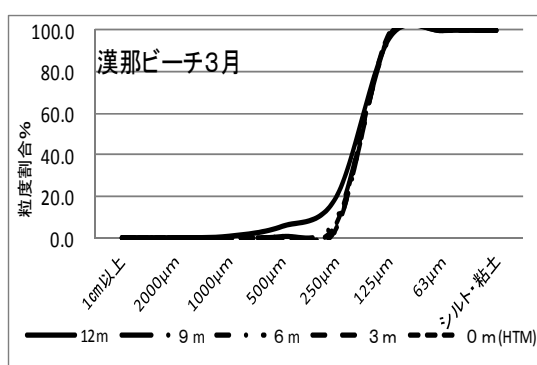


図 14 漢那ビーチにおける底質の比較(3月)

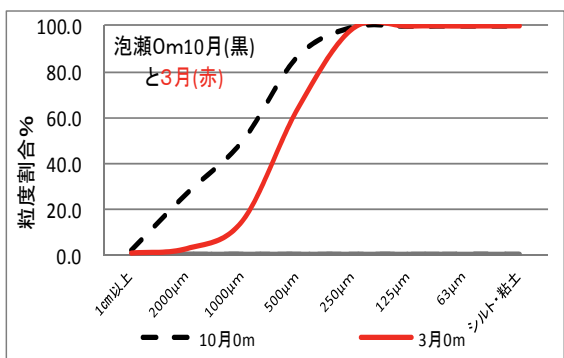


図 11 泡瀬海岸における底質の比較(10月と3月)

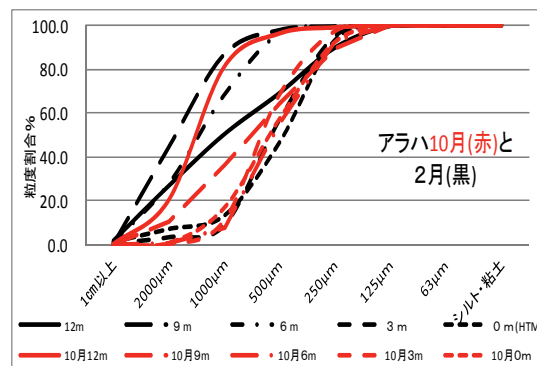


図 15 アラハビーチにおける底質の比較(10月と2月)

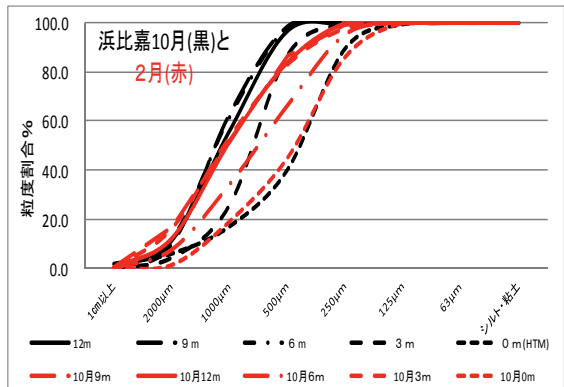


図 12 浜比嘉海岸における底質の比較(10月と2月)

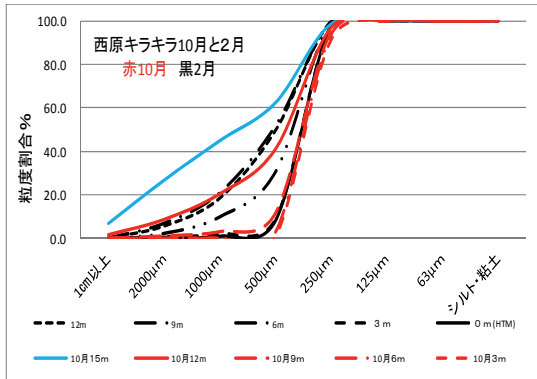


図 16 西原キラキラビーチにおける底質の比較
(10月と1月)

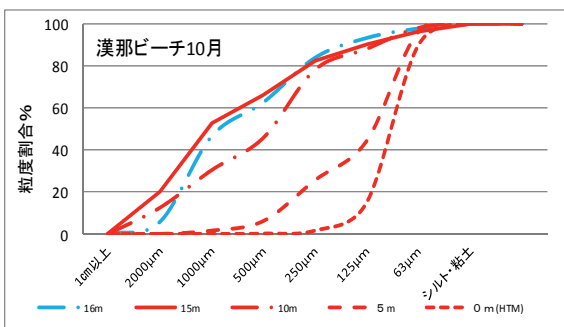


図 13 漢那ビーチにおける底質の比較(10月)

図 10～図 16 について

海岸の底質を一定間隔で約 500mL 採取し、粒径 1cm, 2000 μ m, 1000 μ m, 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m, 63 μ m の篩にかけ重量%で示してある。累積曲線になっており、グラフ横軸の左から右に従い粒は細くなり、底質は累積されていく。

どの地点においてもほぼ同じ底質であることを示し、月が異なっても底質に大きな変化がないことを示している。周囲が島や陸で包囲されているため、波による底質への影響が少ないと考えられる。泡瀬海岸はイソハマグリやリュウキュウナミノコガイがよく見られた地点が基点付近（石垣護岸下）であったため、0 mのみのグラフとなっているが、粒径2000 μ m、1000 μ mの割合を除けばほぼ同じ曲線となった。本海岸も包囲的海岸となっている（図11）。浜比嘉ビーチは半自然海岸であるが、10月、2月の0 mを除き、各地点似た曲線となった（図12）。こちらも、海岸のどの地点でも似た底質になっていると判断できる。一方同じ半自然海岸でも漢那ビーチでは各地点、月によって粒度組成は大きく異なった（図13、14）。10月では0 m付近では細砂の割合が高かったが、海側に行くに従い、粒度の粒は大きくなっていることが分かる。つまり、同じ海岸でも潮間帯の上部～下部では環境が大きく変わっているといえる。しかし、3月の調査では10月の環境とは大きく異なり、どの地点でも、10月の0 mの累積曲線に似たグラフとなった。

次に人工海岸の2つを見ると、アラハビーチでは10月と2月では粒度の割合が異なっており、特に2月ではそれぞれの地点においても粒度組成が異なっていた（図15）。全体的にみると、アラハビーチと浜比嘉ビーチは1000 μ m、500 μ mの割合が高いことで累積曲線の形が類似しており、実際の見た目、手触りもかなり似た底質であった。しかし、西原キラキラビーチはアラハビーチや浜比嘉ビーチのような累積曲線にはならず、250 μ mの中砂がほとんどを占める、粒の揃った底質となっていた（図16）。実際の見た目、

手触りも篩にかけたような砂質で、見た目がきれいであった。また、本海岸は調査した海岸の中でも最も新しい海岸であることで、砂地が安定していない。台風接近の際には海岸の砂のかかなりの量が飛散し、その都度重機を使って海岸を整地している。つまり、台風による環境の大きな変化に加え、人工的に海岸を作り直すという2つの変化がある。これにより漢那ビーチやアラハビーチで見られた潮間帯上部～下部にみられる粒度組成による違いは、本ビーチでは定着しにくい現状があることが分かった。

5) 環境の変化と埋在性二枚貝の生息

自然海岸（屋我地奥武島海岸）は、台風接近によって地形は多少影響を受けるが、二枚貝の個体数が減少しても、もとの状態に戻るのが比較的早いことが明らかになった。泡瀬海岸も米軍の通信基地と海岸との境界の石垣護岸を除けば、自然海岸とみてよい海岸である。この2つの海岸に共通する項目が、海岸のタイプが包囲的であることから、波の影響を受けにくい（表2）。実際、地形断面図の変化をみると屋我地奥武島海岸は台風接近による地形の変化は他の海岸に比べて小さく、個体数の回復も早い。泡瀬海岸も地形の変化は受けにくく、個体数の減少も見られなかった（図2、図3）。

また、半自然海岸の浜比嘉ビーチは台風の風向きにより個体数の減少は見られたが、地形の変化がほとんどないことが分かった。泡瀬海岸は石垣護岸、浜比嘉ビーチはヘッドランプと呼ばれる海岸の端から突き出た曲線上の防波堤により砂の流失、浸食を抑えている。これにより、屋我地のような自然海岸よりもさらに海岸の地形の変化を防ぎ、それにより海岸に生息する埋在性二枚貝は安定した成長

表2 埋性二枚貝の個体数変動と地形の変化

海岸名	屋我地 奥武島海岸	泡瀬海岸	浜比嘉ビーチ	漢那ビーチ	アラハビーチ	西原キラキラ ビーチ
一般的な呼称	砂浜～干潟	干潟	砂浜海岸	砂浜海岸	砂浜海岸	砂浜海岸
砂浜のタイプ	包囲的	包囲的	保護的	開放～保護的	保護的	開放的～保護的
イソハマグリ の減少						
リュウキュウナミ ノコガイの減少						
地形の変化	○	×	×	◎季節風	○	◎

↑は貝の個体数の減少を示す。↑：前回より増加 ⇨：前回と同じ ⇩：前回より1～50%減少
：前回より50%以上減少 実線は台風8号、波線は台風19号の結果

地形の変化について ◎変化「大」（高低差80cm以上）○変化「中」（20～70cm）×変化「小」（20cm以下）

や繁殖が繰り返されていくと思われる。

一方でアラハビーチや西原キラキラビーチは人工海岸だが、アラハビーチは正面のリーフにより外洋からの波の影響が弱まっていることや、何度も台風や季節風を受けることにより、海岸が自然に適応してきていると考える。それに対し、西原キラキラビーチは外洋からの波を受けやすい開放的海岸であることや、比較的新しいビーチであることで砂が安定せず、台風の度に砂が飛散するという結果になったと思われる。それにより僅かに定着した二枚貝も完全に姿を消し、また重機による大掛かりな整地を行うことで、根本的に環境が変わり、個体数の回復までに時間がかかるのだろう。海岸のタイプの違いはあるが、今後海岸の地形が安定することで埋性二枚貝が完全に定着できるか経過を見ていく必要があるだろう。

以上の点から自然海岸における埋性二枚貝のイソハマグリやリュウキュウナミノコガイは台風や季節風の影響を受けるが、比較的個体数の回復が早いこと、半自然海岸では防波堤の効果により、地形や底質への影響が少ないことで生息生物の環境を守っていることが分かってきた。人工海岸は防波堤の役割を果たして

いる面もあるが、自然環境に対応した海岸になるまでは時間がかかることが分かった。

4. おわりに

調査結果より自然海岸、半自然海岸、人工海岸の全てに調査対象とした2種の二枚貝が生息しており、貝の生息数やそれぞれの海岸の形状は、台風などの影響を受けて変化することが明らかになった。これらの結果は、小学校3学年理科「身近な自然観察」の単元で活用可能であろう。台風接近前の海岸と台風通過後の二枚貝の生息状況の違いを同一海岸で行う展開例が考えられる。

また、半自然海岸や人工海岸で見られる護岸の役割について、海岸防災の面と海岸に生息する生き物の生息環境を守っているという面から、総合的な学習や、避難訓練などの学校行事での学習においても展開を試みてみたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって、琉球大学教育学部・杉尾幸司教授、県立千葉中央博物館・黒住耐二主任上席研究員からは、多くのご助言をいただいた。深く感謝申し上げます。特に杉尾先生には理科教育学会での研

究発表の場を提供させていただいた。本論文は理科教育学会の発表内容に追加の調査結果を加筆した内容となっている。



友利義明先生
(ともりよしあき)

<略歴>

1968年 9 月 6 日 生まれ
1993年 3 月 琉球大学理学部海洋学科卒業
1995年 4 月 那覇市立天妃小学校勤務
1998年 4 月 伊江村立伊江小学校勤務
2001年 4 月 宜野座村立漢那小学校勤務
2006年 4 月 竹富町立西表小中学校勤務
2009年 4 月 今帰仁村立今帰仁小学校勤務
2013年 4 月 名護市立東江小学校勤務
2014年 4 月～琉球大学大学院教育学研究科
教科教育専攻理科教育専修在
学中

【引用文献】

- 1) 西平守孝「沖縄のサンゴ礁」(沖縄県環境科学検査センター) 3-15 1986年 <サンゴ礁とのかかわり>
- 2) 須田有輔・早川康博・安田秀一「水産環境の科学」(成山堂書店) 108-129 2002年 <砂浜の生態と保全>

注 1) ベルトトランセクト法(本文62ページ)
本研究では、海岸の潮の干満に影響せず、動かない任意の構造物を基点として設定した。ここより海側にライン(巻き尺)を伸ばし、一定間隔ごとに海岸に生息している生き物を調べた。

<研究歴>

2003年 ・沖縄県総合教育センター長期研修員
この間、「地域の特性を活かした環境教育の指導(海洋生物の生息状況を通して)」を報告
2004年～2005年
・沖縄県教育委員会国頭教育事務所にて教育課程研究員(理科)
2005年 ・全国初等理科研究大会発表
2010年 ・沖縄県総合教育センター長期研修員
この間、「実生活の中における

科学の基本的な見方を育てる理科指導の工夫（風とゴムの働きの学習を通して）」を報告

- 2011年 ・ 沖縄県教育委員会国頭教育事務所にて教育課程研究員（理科）
・ 九州地区理科教育研究大会小学校の部発表
- 2012年 ・ 沖縄県教育委員会国頭教育事務所にて教育課程研究員（算数）
- 2015年 ・ 日本理科教育学会九州支部会発表

＜勤務校＞

名護市立東江（あがりえ）小学校

〒905-0021 沖縄県名護市東江1-7-2

電話 0980-52-2860