

平成30年6月22日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01170

研究課題名(和文) 海草藻場の拡大がもたらすサンゴ礁環境の変化に関する研究

研究課題名(英文) Change of coral reef environment caused by expansion of seagrass

研究代表者

長谷川 均 (HASEGAWA, Hitoshi)

国土館大学・文学部・教授

研究者番号：80208496

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：サンゴ礁の環境変化や悪化は、ローカルな原因が温暖化より大きく影響する可能性がある。サンゴ礁環境の変化を“温暖化の影響”として一括してしまうことは問題の対応や解決の方策を誤った方向に導いてしまう。研究は、陸域に沿って現生サンゴ礁が形成されている琉球列島を例に(図1)、サンゴ礁環境の変化を海草藻場を指標とし過去数十年間にわたって追跡し、沖縄におけるサンゴ礁環境変化の解明を試みたものである。

サンゴ礁や海岸の変遷は、衛星画像、空中写真、UAV(ドローン)、地形図を使用して変遷を抽出した。沖縄本島を中心としてサンゴ礁浅海域や海岸線に顕著な変化が抽出された。多くは人為的な活動が影響していると推測できた。

研究成果の概要(英文)：The environmental change and deterioration of coral reefs may have a greater influence on local causes than global warming. Collecting changes in coral reef environments as "effects of global warming" leads to misleading measures to solve problems and solutions. In this research, as an example of the Ryukyu Archipelago where reef coral reefs are formed along the land area, changes in coral reef environments are tracked over the past decades with the seagrass seaweed bed as an indicator and the coral reef environment in Okinawa I tried to clarify the change.

Changes in coral reefs and coasts were extracted using satellite images, aerial photographs, UAV (drone), topographical maps. Significant changes were extracted in shallow water areas and coastlines of coral reef centered on the main island of Okinawa. Many were inferred that artificial activities were affected.

研究分野：地理学

キーワード：海草藻場 空中写真判読 画像解析 UAV(ドローン) 衛星画像 環境変化

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化に伴う造礁サンゴの死滅や分布域の変化は、世界的な規模でサンゴ礁環境の変化をもたらすといわれる。しかし、サンゴ礁の環境変化や悪化は、ローカルな原因が温暖化より大きく影響する場合がある。サンゴ礁環境の変化を“温暖化の影響”として一括してしまうことは問題の対応や解決の方策を誤った方向に導いてしまう。

2. 研究の目的

本研究は、世界のサンゴ礁地域の中で、過去数十年間・数時期の画像資料がいちばんそろっており、また陸域に沿って現生サンゴ礁が形成されている琉球列島を例に(図1)、サンゴ礁環境の変化を海草藻場を指標とし過去数十年間にわたって追跡し、沖縄におけるサンゴ礁環境変化の真の要因解明を試みる。

3. 研究の方法

1): 衛星画像の判読から沖縄本島全域の海草藻場のマッピングを実施する。画像判読を基に、集中的に調査を実施する候補地を決定し、以下の作業を実施する。

2): 国土地理院撮影の空中写真を公開サイトからダウンロードして使用する。写真はそれぞれの対象地域で数次にわたって整備する。次にこれらからオルソモザイク写真を作成する。海草藻場は、オルソ写真をGISに取り込みPCの画面上で拡大画像をもとに判読し図化する。これらの結果をすでに作成済みの土地利用図に接合する。陸域+海域を2時期、海域のみ2~3時期の比較が可能になる。

3): UAV(ドローン)を使った近接リモートセンシングにより、礁池を構成する造礁サンゴや海草藻場の分布状況に関する台風前後・季節変化を追跡する。

1)~3)の作業を、主要な離島地域に関しても実施する。

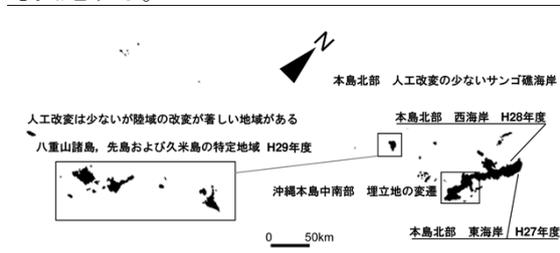


図1 調査地域

4. 研究成果

1) 海草藻場の変遷

衛星画像の判読結果: Google Earthの画像(大部分は解像度1m程度の衛星画像から構成される)を基に、400×400mのグリッドを設定し、海草藻場のマッピングを行った(図2)。作業は、海草藻場の大きさなどを基に、6種類の識別コードを付けて整理した。沖縄本島では、154カ所の海草藻場が集中的に繁茂する海域が抽出された。これらの海域の多

くは、背後に市街地が存在する地域が多いが、農地や畜産用地が存在するケースも見られた。



図2 衛星画像による海草藻場の抽出例

次に、抽出した地域において過去に撮影された空中写真をリストアップした。表1、表2は、沖縄本島東北部の一例である。このようにしてリストアップした空中写真は全てWebサービスを利用して閲覧し、海草藻場の変遷を追跡した。

嘉陽地区	撮影日時	高度(m)	縮尺	
1	1971年5月16日	3300	20000	モノクロ
2	1973年2月10日	5600	37000	モノクロ
3	1977年12月7日	1600	10000	カラー
	※1978/3/7			
4	1980年11月10日	3000	20000	モノクロ
	※1980年12月3日			
5	1988年12月4日	3100	20000	モノクロ
6	1993年6月4日	1750	10000	カラー

赤崎地区	撮影日時	高度(m)	縮尺	
1	1971年3月21日	3300	20000	モノクロ
	※1971年4月29日			
2	1978年1月7日	1600	10000	カラー
3	1982年9月26日	3000	30000	モノクロ
	※1982年9月27日			
	※1982年6月4日			
4	1989年3月15日	3100	2000	モノクロ
5	1993年6月3日	1800	10000	カラー

沖縄本島東海岸から、海草藻場の存在が確認でき、海草藻場の変動が大きく、しかも UAVによる調査が可能な2地域を選び、精査した。2地域とは、表1、2に示した名護市の嘉陽海岸と国頭村赤崎付とである。

嘉陽海岸: 1971年以降7時期、赤崎海岸: 1971年以降7時期についてオルソモザイク画像を作成し、判読した。

また、2016年と2017年の2回、領海域で UAV(ドローン)を使用した近接撮影を実施した。両海域ともに高度100mで撮影し、画

像はオルソモザイク化した。

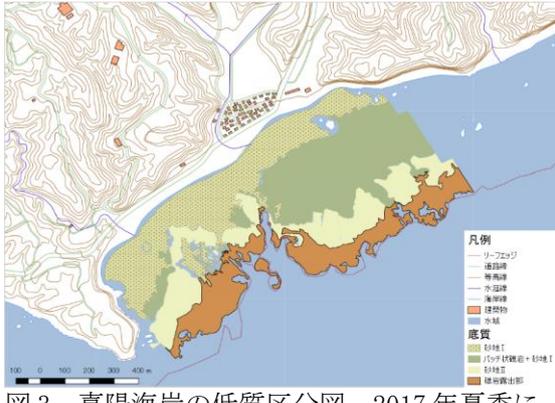


図3 嘉陽海岸の低質区分図 2017年夏季に撮影したUAV写真より作図

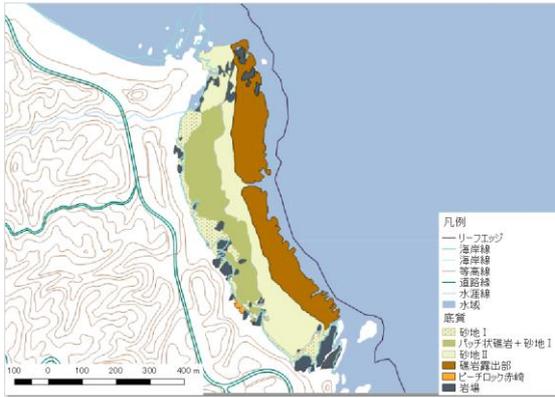


図4 赤崎海岸の低質区分図 2017年夏季に撮影したUAV写真より作図

名護市嘉陽海岸では、汀線付近に海草藻場、浅礁湖中央部から礁嶺にかけてホンダワラ藻場が分布している。両者は調査時期ごとに变化しているが海草の変化はホンダワラに比べて小さい。一方ホンダワラ藻場の変化は大きい(図、5~11)。



図5 1971年春季 嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図

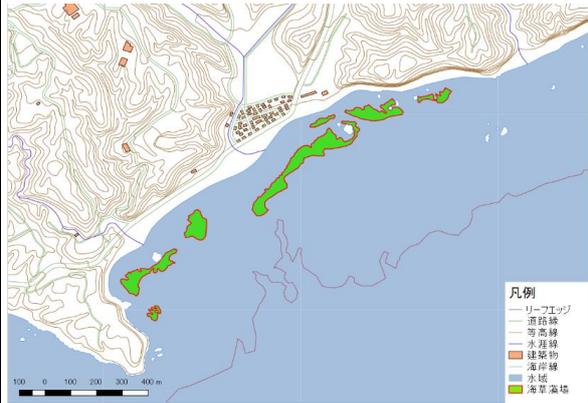


図6 1973年冬季 嘉陽海岸における海草藻場分布図

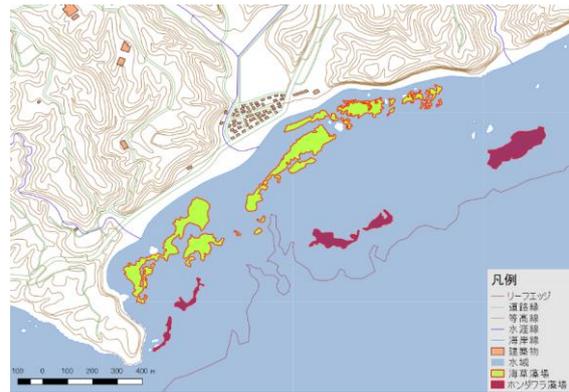


図7 1977年冬季 嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図



図8 1980年冬季 嘉陽海岸における海草藻場分布図



図9 1988年冬季 嘉陽海岸における海草藻

場、ホンダワラ藻場の分布図

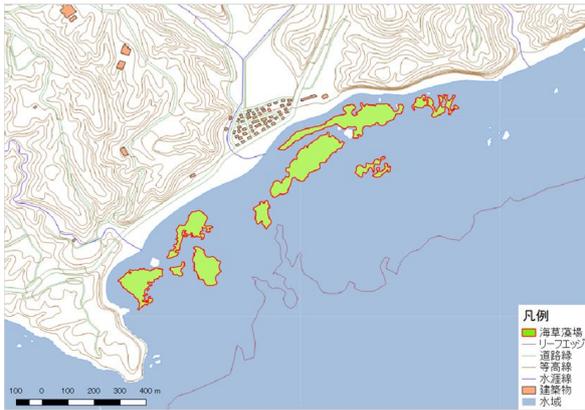


図 10 1993 年春季 嘉陽海岸における海草藻場分布図

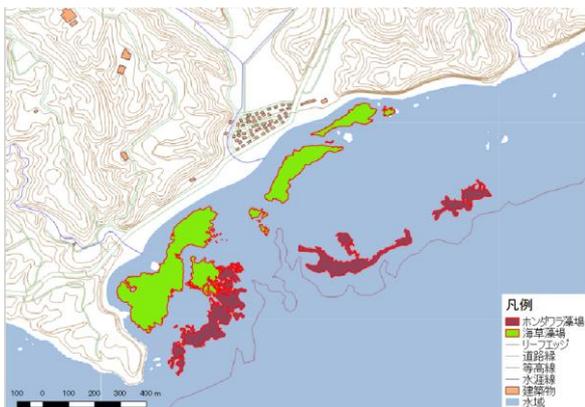


図 11 2017 年夏季 嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図

国頭村赤崎海岸では、ホンダワラ藻場のみ分布する。また、広範に分布する時期と分布域が非常に狭まる時期に二分される。写真の撮影時期を加味しても、これらは季節変化ではないようである。

ホンダワラ類は一年生と多年生があることが知られているが、今回見られた大規模な変化から類すると、本地域で見られるホンダワラ類は一年生のものである可能性が高い。ただ、分布の多寡に関する原因は不明である。

衛星画像、空中写真、UAV という撮影高度、空間分解能、時間分解能の異なる画像を使って、広域からポケットビーチというごく狭い範囲の海岸を対象に、海草藻場やホンダワラ藻場の消長を追跡した。沖縄本島では、これ箇所以上にわたって広域に海草藻場が分布しており、それらは市街地や農耕地、畜産用地の全面的な海域であることが多かった。また、これらの分布域は、その面積を大きく変化させる場所があることが判った。

分布域の変化の原因に関して、ここにそれらを明らかにすることはできなかったが、150 箇所あまりの多くの海域では、河川などを通じて陸域の富栄養物質がもたらされる海域であった。

調査研究期間中に、論文等でこれらを纏める機会はなかったが、今後研究成果を公表する予定である。また、離島調査の一環として実施した久米島においては、海草藻場の確認のほか、サンゴ洲島地形変化に関する成果を得ることもできた。

なお、研究課題に関する調査の一環として米軍による石垣島の 1950 年代における地質調査隊の記録を発掘し、これを纏めることができた。

2) 人工海岸の変遷

沖縄島全体に関し、海岸線の人工海岸化進捗状況に関して調査を行った。調査方法は、1920 年代、1970 年代、1990 年代、2000 年代の 1/5 万地形図の判読、デジタルプランメーターによる計測である。人工海岸は、直立式護岸、親水護岸、港湾施設、突堤、離岸堤、潜堤の 6 種類に分類した。すべての結果を示すことはしないが、表 3 に、各時期における護岸の占める割合を示した。護岸は、東海岸と西海岸、北部と南部で大きな差が生じている。

表 3 沖縄本島の護岸総距離と海岸線に占める割合

時期	海岸線総距離(m)	護岸総距離(m)	護岸の占める割合
1期(1921~23年)	452,806	26,641	5.9%
2期(1973年)	450,817	97,910	21.7%
3期(1990~95年)	503,758	202,589	40.2%
4期(2006~09年)	509,968	233,470	45.8%

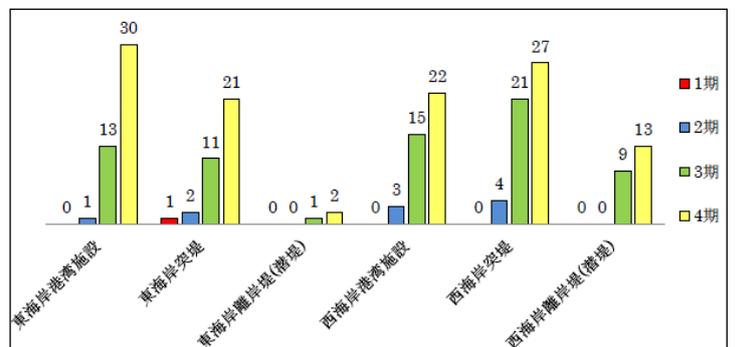


図 12 東西海岸の護岸を除く人工物構造物の推移 (件数)

また、図 12、13 は、海岸線に占める護岸の割合を算出した結果である。東海岸と西海岸、北部と南部で大きな差が生じていることが分かる。

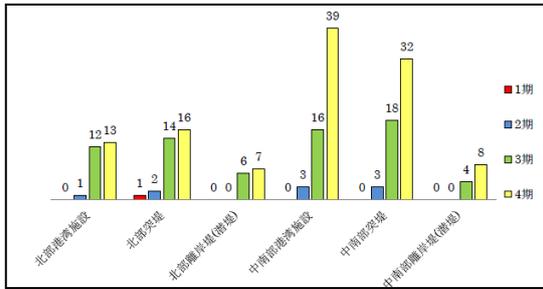


図 13 南北海岸の護岸を除く人工物構造物の推移 (件数)

次に、沖縄本島の人工改編の代表的事例として那覇市周辺の変遷を示す。

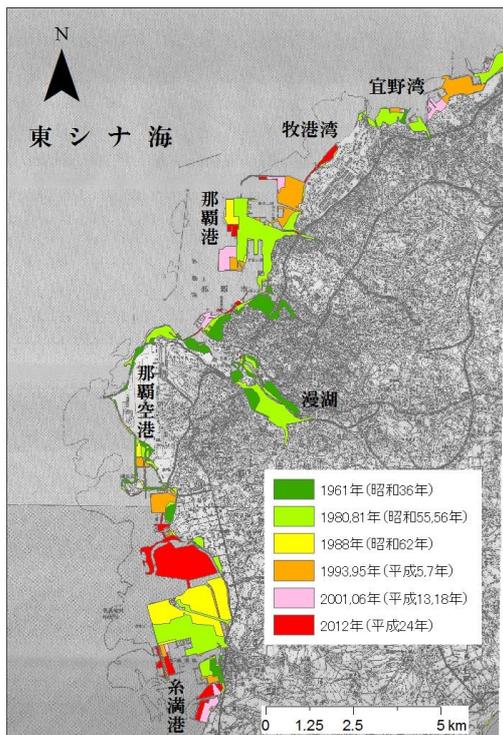


図 14 那覇市と周辺の人工海岸化の推移

沖縄の海岸線は北部東を中心に絶壁が多い。集落が海岸に面した部分では、必ず人工海岸が設置されている。

1920年代以降、海岸工事が積極的に行われてきた痕跡をいたるところで観察することができる。近年では、1期～3期に建設された護岸の補修工事や造り替えが行われている。沖縄本島では、海岸法改正(1999年)や海岸環境整備事業(2004年)などにより、護岸の形状が直立式から進水式に変更されたり、護岸の造り替えの際に離岸堤から、潜堤へ変更される場合もある。

しかし、沖縄本島では、意図的に自然海岸を残していると思われる場所を除けば、大部分が人工海岸化されていると考えることができる。

なお、本研究の途上で石垣島における1950年代の米軍地質調査隊の調査記録を発掘することができた。この調査隊に助手として雇用されていた方が保存していた、当時の景観写真や空中写真を入手した。海岸付近の情報は乏しかったが、当時の調査記録は保存すべき多数の貴重資料を含んでおり、今後はこの調査隊の記録に関する調査も継続する予定である。調査記録のいっぴきは、雑誌論文として一部をとりまとめ公表した。

本報告で使用した図の一部は、2015年度、2017年度 国土館大学卒業論文(中村太陽、安藤省吾)の一部を使用した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① 長谷川均(2016):米占領下の石垣島におけるヘレン・フォスターの地質調査 フィールド・アシスタント山里節子さんに聞く 地理、61巻-5号、52-59ページ、口絵1-9ページ。

② 渡久地健、藤田嘉久、中井達郎、長谷川均、高橋そよ (2016) : 礁前面の凹地「カタタ」の漁場としての生物地形学的評価、沖縄地理、第16号、1-18ページ。

[学会発表] (計 11 件)

① 菅浩伸、長尾正之、後藤和久、渡久地健、片桐千亜紀、小野林太郎、Sinniger Frederic Prasertia Rian、堀信行、浦田健作、藤田和彦、横山祐典、中洋典、波利井佐紀、長谷川均、井口亮、鈴木淳、中井達郎、沿岸海底地形学および関係諸科学のための高解像度マルチビーム測深調査、日本地球惑星科学連合(JpGU)、幕張メッセ、5/26

② 自然地理への応用 サンゴ礁、海岸、地形計測。長谷川均、日本地図学会平成27年度定期大会、日本大学経済学部、2015年8月7日、特別セッション「地図と関わる小型無人機ドローン活用事例」

③ UAV(ドローン)でつくる琉球列島サンゴ礁域の精密地形図、長谷川均、東アジア島嶼沿岸域における広領域学際研究シンポジウム、九州大学西新プラザ、2016/1/23。

④ 久米島東海岸の堡礁地形:マルチビーム測深と潜水調査を基にした海底地形学。菅浩伸・長谷川均・藤田和彦・長尾正之・中島洋

典・堀信行、日本地理学会春季学術大会、2016/3/22、早稲田大学。

⑤ High-resolution multibeam bathymetric mapping of barrier reef geomorphology of eastern

Kume Island, the Ryukyus
Hironobu Kan, Masayuki Nagao, Kazuhiko Fujita, Hitoshi Hasegawa, Yosuke Nakashima, Nobuyuki Hori. Japan Geoscience Union MEETING2016. 2016/5/22-26/幕張メッセ。

⑥ HIGH-ENERGY WINDOW IN MODERN REEF: AN EXAMPLE FROM MULTIBEAM BATHYMETRIC MAPPING OF REEF GEOMORPHOLOGY AROUND THE RYUKYU ISLANDS. Hironobu KAN, Kazuhiko FUJITA, Hitoshi HASEGAWA, Masayuki NAGAO, ICRS HONOLULU: 13TH INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM. 2016/06/19-24

⑦ UAVによる高解像度画像で捉えた石垣島のサンゴ白化現象、長谷川均、鈴木 倫太郎、鈴木 智子、日本サンゴ礁学会第19回大会、2016年12月1日～12月4日、沖縄タイムスビル。

⑧ UAV（ドローン）を使ったサンゴ礁の空撮と応用 -奄美大島・喜界島などを例に- 長谷川均・中井達郎、「浅海底フロンティア研究センター」キックオフミーティング、科研費研究集会、九州大学伊都キャンパス、2017年1月22日。

⑨ Bio-Geomorphological Evaluation of the Depression “Katama”
Located in the Reef Edge as a Fishery Ground
Ken TOGUCHI *, Yoshihisa FUJITA **, Tatsuo NAKAI ***, Hitoshi HASEGAWA
日豪サンゴ礁地球科学シンポジウム (Japan-Australia coral reef earth science symposium)、2017/09/18-0923 シドニー大学

⑩ リモートセンシングデータを用いたハテノ浜の長期モニタリング、田中圭・濱侃・菅浩伸・長谷川均。第12回多良間島研究会、2018年4月15日。ハロー会議室飯田橋。

⑪ マルチプラットフォームリモートセンシングに基づく洲島の形状変化モニタリング
田中圭、濱侃、菅浩伸、長谷川均、地球惑星科学連合2018年大会。幕張メッセ。
(1. 一般財団法人 日本地図センター、2. 千葉大学、3. 九州大学、4. 国土館大学)

〔図書〕 (計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者
長谷川均 (HASEGAWA Hitoshi)
国土館大学・文学部・教授
研究者番号：80208496

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：

(4) 研究協力者 ()

中井達郎 (NAKAI Tatsuo)
国土館大学・文学部・非常勤講師
田中圭 (TANAKA Kei)
(一財) 日本地図センター 研究員
濱侃 (HAMA Akira)
千葉大学・大学院生