

# 屋良部沖海底遺跡調査報告



2018

東海大学総合研究機構プロジェクト  
「沖縄の水中文化遺産と海底遺跡ミュージアム総合プロジェクト」成果報告

東海大学海洋学部海洋文明学科



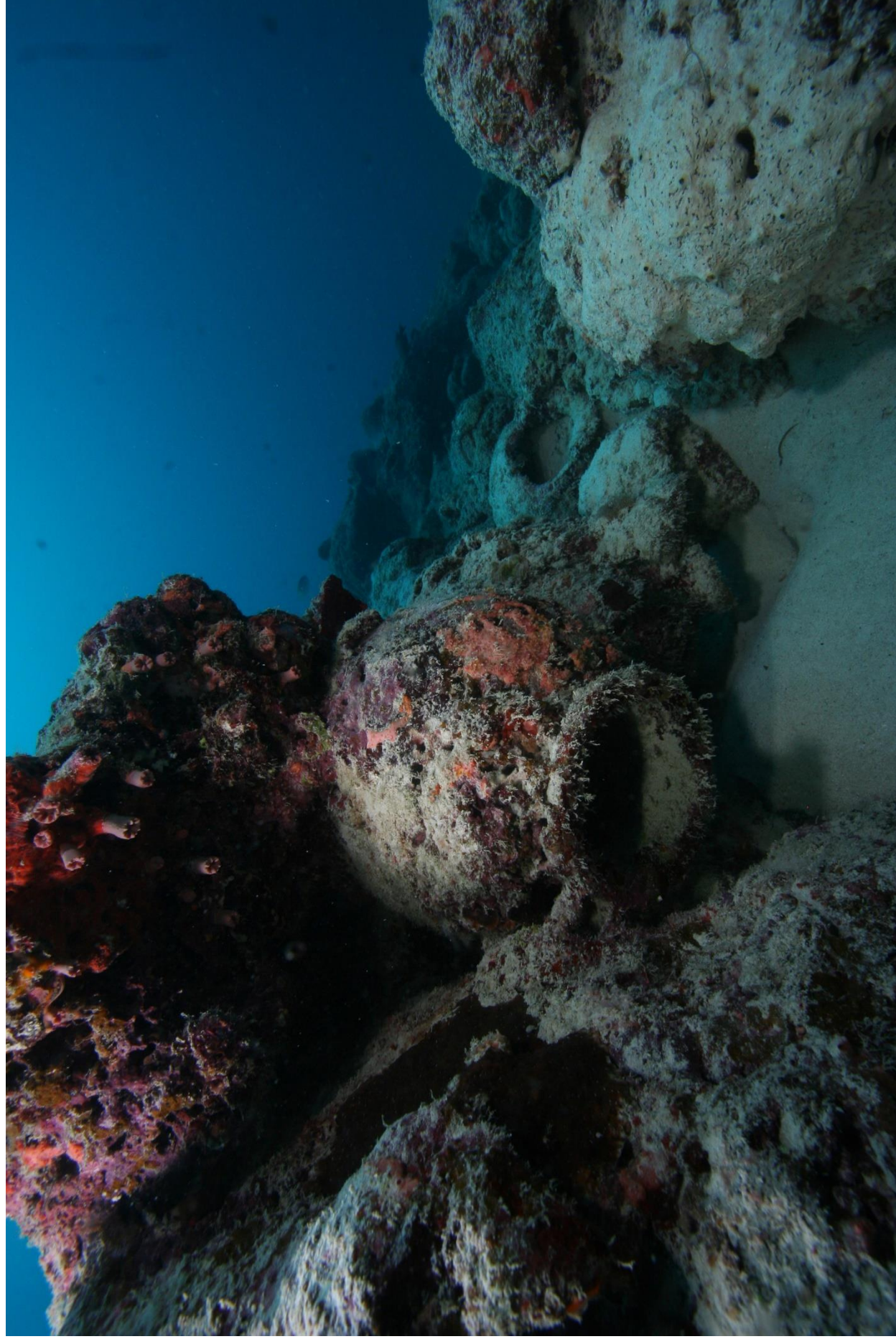
卷頭図版 1 屋良部崎遠景





巻頭図版 2 鉄錨潜水調査





卷頭図版 3 壺集積





卷頭図版 4 水中金属探知機



RESEARCH CENTER FOR

*Coastal Seafloor*

KYUSHU UNIVERSITY

屋良部崎沖  
海底遺跡

Yarabuoki  
Underwater Site

名蔵湾  
Nagura Bay

N

© 九州大学 菅 浩伸

© Hironobu Kan, Kyushu University

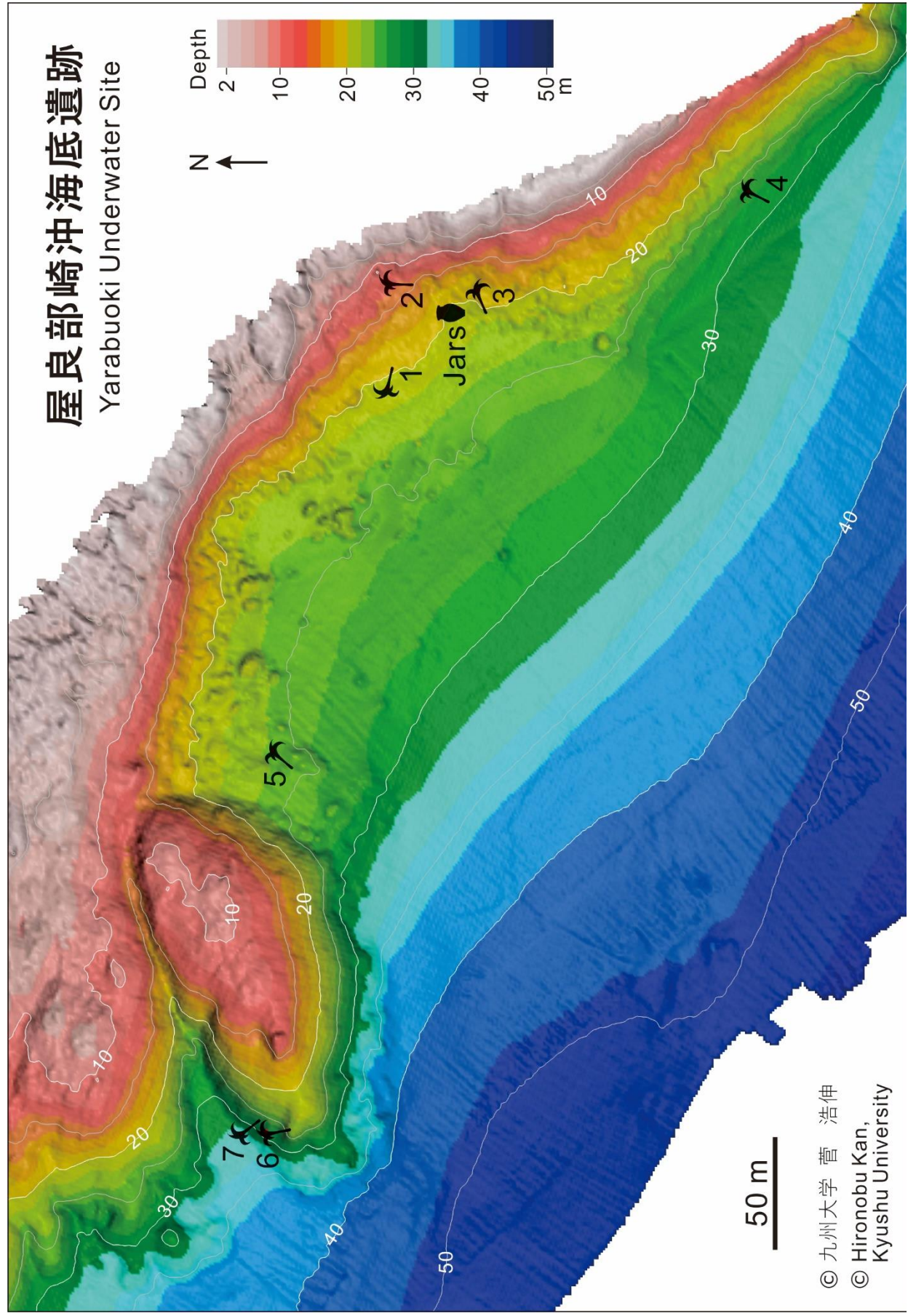
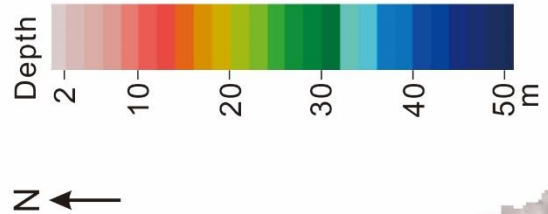
500 m

巻頭図版 5 屋良部沖海底遺跡の位置および海底遺跡周辺の地形



# 屋良部崎冲海底遺跡

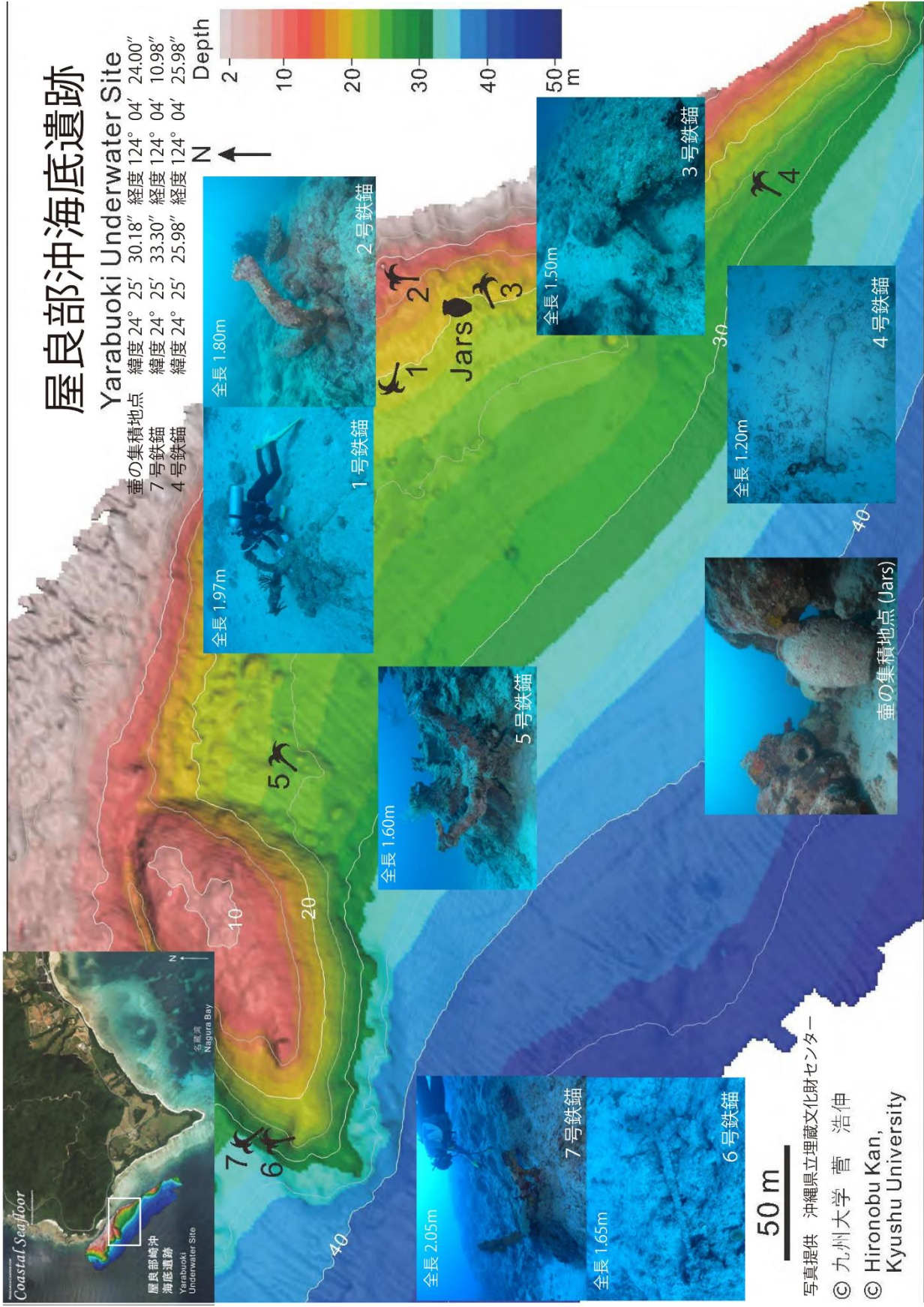
Yarabuoki Underwater Site



© 九州大学 菅 浩伸  
© Hironobu Kan,  
Kyushu University

巻頭図版 6 屋良部冲海底遺跡地形図





写真提供 沖縄県立埋蔵文化財センター

© 九州大学 菅 浩伸

© Hironobu Kan,  
Kyushu University



古文書に出て来る屋良部崎

屋良部冲海底遺跡で見つかったっているもの

- ・ 沖縄産陶器（壺屋焼）壺の密集（裏ページ写真）
- ・ 四爪鉄錨 7本（裏ページ写真）
- ・ 船釘（＝沈没船の存在）（下写真左）



- ・沖繩本島で17～19世紀に作られていた陶器の壺が密集しています。珊瑚に覆われた状態で固定され、保存されています。大型で割れていないものも多く、状態も良好です。
- ・四川鉄錨は船の停泊具（イカリ）として利用された爪をもっています（上写真中央参照）。7本のすべで鉄錨で、先端がくさく上に4つに割れた爪を持っています（上写真中央参照）。7本のうち大きなものは2mを超えることから、大型の船が利用したのも含まれています。
- ・7本の鉄錨は広い範囲に散らばり、1隻でなく複数の船が落としたものでしょう。

## 屋良部冲海底遺跡について

- ・屋良部沖海底遺跡は、琉球王国時代に避難港として利用された跡の遺跡だと考えられます。
- ・この場所は、船が往来する歴史的に重要な海域であり、そこで海難事故がおこっていたことが考えられます。
- ・この海域には琉球王国時代の進貢船（琉球船）が中国から帰国する途中に座礁・沈没したという文献記録や、海底の「隠れ根」の存在でイカリの綱がすり切れたという文献記録が残されています。  
(ページ左上に紹介した古文書の記録を参照)
- ・海底には実際に、琉球王国時代の沈没船（壺屋焼の壺が密集する）や当時の帆船が装備していた四爪鉄錨が多数残されており、文献記録を裏付けています。
- ・割れていない完全な形の壺が整然と並んだ状態で見つかったりしている例はめずらしく、壺のそばで船釘が見つかったりすることからも、沈没船の存在がうかがわれます。

遺物には触らない・遺物は動かさない・遺物を持って帰らない

考古学ではどこに何があるかの状況を確認し、記録することが最も重要な作業です。遺物を人為的に動かすことにより、大切な情報が失われてしまいます。現地で、あるがままの水中文(遺産との出会い)を楽しんでもらうことを原則に見学・ガイドしてください。

＜屋良部沖海底遺跡案内リーフレット＞  
監修：石垣市教育委員会

## 錨の持ち主 4つの可能性

- 四川鉄錨を積んでいた船には、以下の4通りの船がありました。
- (1) 進貢船  
(琉球王国の大型外洋船)
  - (2) マーラン船  
(琉球王国の中～小型の交易船)
  - (3) 中国船
  - (4) 薩摩船
- 屋良朝中海底遺跡の錨の持ち主は、この4通りの船のいずれの可能性もあります。



海を中心に繁栄した海洋国家琉球王国、その様子を実感できる遺跡がこの海域に眠ります。実際に沈没船に残された精巧（きこう）の船が停泊していた証拠である四川鉄锚を写すことにより、この海域に眠り続ける「海の琉球王国時代」に思いを馳せてみませんか。

古文書に出て来る屋良部崎

お問い合わせ・利用について

一七三四（雍正十二）年『参遭状拔書』

有之候。依て我々見方之と相考申候へ。傾枝之内  
屋敷部細く申事有之候。是處中より語船往還之路二  
候間。傾子網有之候。夜へ候へ共右子網を捻ひ、其方へ  
船を留めんとし候得共、夜中之事二而傾枝に掛切。致  
し掛切(發掛)候處多々有之候。右子網に人等居  
屋敷部細くは傾子網もあり、イカリ網を捻切れる  
一危険な暗礁海域。

一七七二（乾隆三十七）年『麻支氏大宗真方』家譜

〇 明治十七年（慶應義塾）津波が島津藩を襲撃し、三月廿日、石垣に出帆、屋良部  
 津波、後、島津藩に津波が襲撃し、島津藩は三月廿九日、津波に襲撃され、  
 屋良部崎でイカリを下ろし、風を待つ。  
 ↓避難港として利用

## 海難事故が起こってしまったら

一六八五年『尚姓家譜（辺土名家）』

○順烈二十三年甲子十月朔日爲通賓事耳。自宮向氏仲田縣雲上朝至大講人鄭永安恩賜鄭雲上封于中華之時爲小唐船大講者殺害同官。在十一月七日朝開船入國已事發翌生傳報之時不得順風飄到八重山島。同七月間彼達於洋中達逆風同十六日於八重山島屋敷部崎成坐船溺死。卒時年三十一。号邦彦。

中国からの帰りに、屋良部崎で破船し、溺死。  
→沈没船

一六八五年 『吳姓家譜（久高家）』

康熙二十三年甲子十二月二十二日爲人重山島在番  
 歷年三月十一日擄霸霸船同二十二日到彼地方動番之  
 處閏七月十六日擄地帆之小唐船被劫於人重山島之內良良  
 鄉諸姓因卽日赴彼地方至同二十七日擄來之荷物取歸  
 從同二十九日至八月四日運人藏許同五日地下中相

良部崎で破船したため、後に荷物のみ取りに行った。  
沈没船



## 目次

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 第1章 調査の概要 .....                            | 1  |
| 1-1. 経緯 .....                              | 1  |
| 1-2. 調査経過 .....                            | 4  |
| 第2章 八重山の水中文化遺産と屋良部沖海底遺跡の歴史的背景 .....        | 8  |
| 2-1. 八重山の水中遺跡調査史 .....                     | 8  |
| 2-2. 八重山水中文化遺産の種類と分布 .....                 | 9  |
| 2-3. 屋良部沖海底遺跡の立地と歴史的背景 .....               | 16 |
| 第3章 調査の方法と成果 .....                         | 19 |
| 3-1. 四爪鉄錨と陶器壺群の位置 .....                    | 19 |
| 3-2. 水中写真測量の手順 .....                       | 20 |
| 3-3. 屋良部沖海底遺跡 - 鉄錨と壺集積 .....               | 21 |
| 3-4. 結論 .....                              | 35 |
| 第4章 マルチビームソナーによる屋良部海底地形の解析 .....           | 37 |
| 4-1. 浅海底のマルチビーム測深 .....                    | 37 |
| 4-2. マルチビームソナーの構成と測深方法 .....               | 38 |
| 4-3. 屋良部沖の海底地形における地形学的特徴 .....             | 39 |
| 4-4. 屋良部沖海底遺跡の立地上の特徴 .....                 | 40 |
| 4-5. 結論 .....                              | 41 |
| 第5章 屋良部海底遺跡潜水調査の安全管理 .....                 | 43 |
| 5-1. 水中遺跡調査の参加条件の設定 .....                  | 43 |
| 5-2. 潜水調査と作業の管理 .....                      | 46 |
| 5-3. 結論：エンリッチドエアースナイトロックスの水中遺跡調査への導入 ..... | 47 |
| 第6章 水中ロボットの遺跡公開への応用 .....                  | 48 |
| 6-1. 水中ロボットを利用した活動 .....                   | 48 |
| 6-2. 遺跡調査に向けたロボット技術の開発と利用 .....            | 48 |
| 6-3. 水中ロボットを利用した海底遺跡見学会と映像配信 .....         | 49 |
| 6-4. 水中ロボットによる海底遺跡の3次元復元とその応用 .....        | 50 |
| 6-5. 結論 .....                              | 52 |
| 第7章 水中遺跡の公開と活用法 .....                      | 53 |
| 7-1. 水中遺跡の公開と活用とは .....                    | 53 |
| 7-2. 屋良部沖海底遺跡での取り組み .....                  | 53 |
| 7-3. 今後に向けて一まとめにかえて .....                  | 59 |
| 第8章 総括 .....                               | 62 |
| 8-1. 屋良部沖海底遺跡の四爪鉄錨をめぐる考察 .....             | 62 |
| 8-2. 総括と今後の課題 .....                        | 63 |
| 8-3. 屋良部海底遺跡の公開と活用 .....                   | 65 |



## 第1章 調査の概要

### 1-1. 経緯

水中文化遺産を海洋資源の一つとして保全・活用していく動きは近年、ユネスコを中心に国際的規模で活発化しつつある。中でも注目されているのが遺跡を利用した「海底遺跡ミュージアム構想」である。しかし日本における水中文化遺産行政は遅れており、ようやく2013年より文化庁も動き出したばかりである。そこで本研究は、代表の小野らがこれまで沖縄県で実施してきた水中文化遺産の考古・歴史学的評価を踏まえ、石垣島を中心とする地域社会との連携、およびユネスコの指摘する第三の海洋資源である海底遺跡の新たな保全や観光・教育資源としての利用を目指す「海底遺跡ミュージアム化」の実現を最終目標として計画されたものである。

「海底遺跡ミュージアム」構想は、2009年1月に水中文化遺産保護条約を発効したユネスコが、水中文化遺産の保護と活用を目的として提唱してきたもので、世界遺産と同じく、世界が共有の財産として取り組む必要性が議論されつつある。これは具体的には、海底に残された遺跡をそのまま史跡公園化し、文化・観光資源として活用するということでその保全も実現するという構想であり、イタリアのバイア遺跡のように遺跡の持続的な文化・観光資源としての利用が実現・実践されている事例も海外にはある。こうした世界的な動きに対し、日本はまだ水中文化遺産保護条約にも批准していない上、その水中文化財行政は大きく出遅れている現状が指摘できる（小野2014a）。

しかし、そんな日本においても2010年に元の軍船や遺物が発見された長崎県松浦市鷹島海底遺跡が、水中・海底遺跡として初めて国指定の史跡（遺跡名：鷹島神崎遺跡）とされるなど、その学術・社会的な関心が高まりつつある。実際、日本においても2013年3月に文化庁が「水中遺跡調査検討委員会」を立ち上げ、ついに国としての動きも出てきた。さらにユネスコの文化遺産関連の国際条約に対する対外的受け皿となってきた日本イコモス国内委員会が、2013年次に「水中文化遺産保護条約」に関する諸問題の研究小委員会を設立し（前主査：荒木伸介氏、現主査：池田氏）、2014年次より水中文化遺産の定義、範囲、領海、接続水域、排他的経済水域、大陸棚、公開における調査や研究の対等のあり方といった諸問題についての協議・検討を開始した。このように日本でもようやく水中文化遺産とその保全や利用への注目が高まってきたが、まだユネスコが提唱するような持続的な「海底遺跡ミュージアム」化は実現されていない。こうした現状を踏まえ、本プロジェクトは八重山諸島における海底遺跡のうち、(1) 石垣島北西岸の屋良部沖海底遺跡、(2) 竹富島南部に位置する石西礁湖第1・2遺跡、(3) 黒島北部に位置する石西礁湖第3遺跡からなる三つの水中遺跡を中心に「海底遺跡ミュージアム」化を計画してきた（図1-1）。

本研究プロジェクトで研究対象としてきた屋良部沖海底遺跡を中心とする八重山諸島に位置する石垣島周辺の水中文化遺産群は、片桐千亜紀が中心となった沖縄県立埋蔵文化財センターが、2004年より国の補助を受けて行われた「沿岸地域遺跡分布調査」において文化遺産として確認されたものである（片桐2006、2009、2010）。こうした沖縄県埋蔵文化財センターによる確認調査と報告を受け、2012年度より東海大の小野・坂上と、片桐（当時：沖縄県立博物館・美術館）、中西（大阪府教育庁）らによる共同調査として、総合地球環境学研究所の研究プロジェクト（代表：石川氏）の一環として、遺跡群の位置座標や遺物の分布状況に関する考古学調査が実施されてきた経緯がある。従って、本プロジェクト研究は、これら2012～2014年度における成果を踏まえた継続的な研究として計画されたものである。



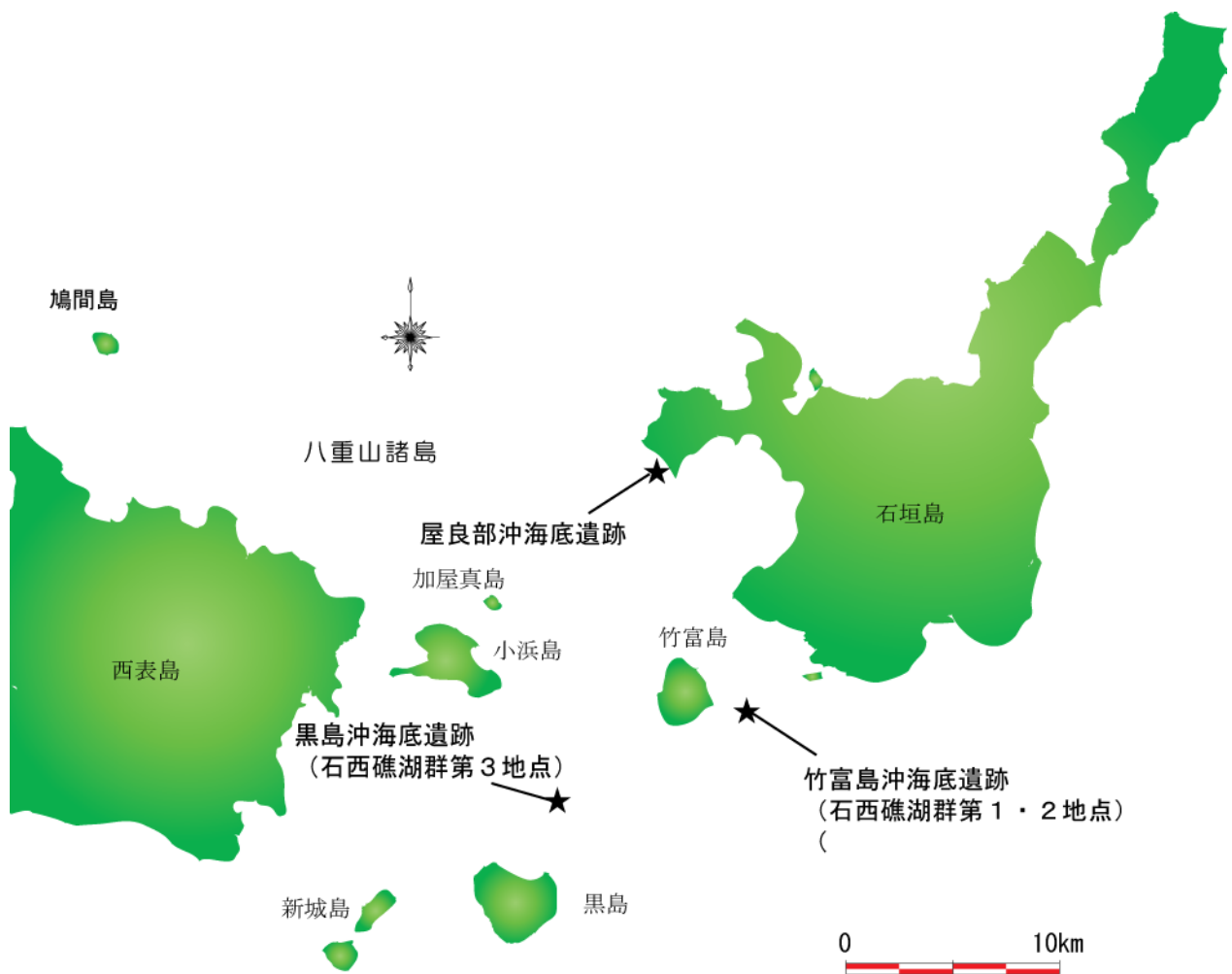


図 1-1：八重山諸島の水中文化遺産とその位置

2014 年度までの先行研究における主な学術的成果としては、7 点の四爪鉄錨の GPS による座標と深度計による水深データの収集が挙げられる。これら位置座標や水深データに基づき、日本国土地理院地形図及び海上保安庁が作成した沿岸海の基本図を組み合わせた地図に基づき、屋良部沖海底遺跡を中心とした潜水調査、および鉄錨の考古学的な実測調査を実施してきた。その後、屋良部沖海底遺跡の継続的な調査が計画され、水中金属探知機の使用や水中写真実測の導入が図られた（写真 1-1、1-2、1-3）。屋良部沖周辺の沿岸図に各四爪鉄錨と陶器壺集積地の分布地点について本報告に記載した（第 3 章）。マルチビームソナーにより、当該海底地形を計測、四爪鉄錨の分布域は東西に広範囲、かつて屋良部沖が停錨地として機能しながら、座礁の原因ともなる岩礁の存在も分かった（第 4 章）。潜水調査においては、各方面から参加者があり、安全管理を徹底した（第 5 章）。また、本プロジェクトでは、水中ロボットによる地域住民による水中遺跡探索と、後にカメラを搭載しての調査記録もおこなった（第 6 章）。

本プロジェクト以前に実施されてきた 2014 年度までの研究成果の一部は、すでに日本語論文にて公表した他（小野他 2013）、2014 年にハワイで開催された第二回アジア・太平洋水中文化遺産学会においても発表し、大きな注目を海外においてもその関心の高さが確認された（Ono et al. 2014）。同じくこれらの遺跡群や調査成果は、一般向けのダイバー雑誌や海洋・船舶関連の雑誌、全国・地方版の新聞記事、日本ナショナルジオグラフィックからの注目も集め、掲載記事として広く公表されてきた（e.g. 小野 2014b、

2015; 読売新聞; 八重山毎日新聞; 日本ナショナルジオグラフィックウェブ版)。一方、坂上が主導してきた水中ロボットを用いての海底遺跡調査や、環境教育への活用といった試みにおいては、その両方でさらなる効果が期待できることを確認した(坂上他 2014)。

屋良部沖海底遺跡では、完形の壺が乱雑に海底に散布する状況から、積み荷の投棄あるいは、中近世期の船の沈没が想定されている(写真 1-4)。考古学的にもっとも重要な発見となったのは、屋良部沖海底遺跡で発見された7点の四爪鉄錨である(後に1点が追加確認)。四爪鉄錨は、日本本土では様々な海域・地域で確認されており、主に近世期の和船で利用されたことがわかっている。しかしながら、沖縄県内においては、陸上はもとより、海底においても初期の調査で確認された7例が最初の事例である。屋良部沖海底遺跡で確認された四爪鉄錨は、もっとも大型のもので2m強あり、比較的大型の船によって利用された可能性も残されている(小野ほか 2013; Ono et al. 2016)。四爪鉄錨は、九州薩摩方面の船か、沖縄本島より来航した船で利用されていた可能性がより高い。また、琉球王国内で建造・利用されてきた進貢船や商船として利用されたマラン船、あるいは中国からの船となる封船(明・清王朝からの使者・冊封使が乗船する船)の鉄錨の使用も想定される。しかし、これら当時の琉球や中国の船が具体的にどのような錨を装備していたかに関する文献・歴史資料は極めて乏しい現状がある。ゆえに当該域で海難事故に遭遇したと推定される船舶の出港地や所属を検討する上で、鉄錨を中心とする考古資料を対象とした形態やサイズ、重量等に基づく同定分析は、学術的にも重要な意義をもつ。

そこで本研究では、各鉄錨の正確なサイズの計測やこれらの数値に基づく重量の推測、鉄錨の本体や付属リングの形態を、近世期の和船や中国船の四爪鉄錨と比較することで、屋良部沖に沈む鉄錨群の更なる時代や産地の特定を目的とした考古学的分析を試みてきた。さらに文献研究においては、(1) 屋良部沖に関係する船舶関連の事件に関わる歴史記録を古文書から検討するほか、(2) 近世琉球王国期に描かれた絵図の分析から薩摩船、進貢船、マラン船、中国船の搭載する錨(碇)の特徴を把握する総合的な分析を進めてきた(Ono et al. 2014, 2016)。

一方、水中文化遺産の学術的成果を踏まえた遺跡の重要性や歴史的価値に関する地域社会への情報提供や、これらの水中文化遺産の保全や、観光・教育資源としての新たな活用を目的とした「海底遺跡ミュージアム化」という視点の提供に関しては、本研究の前段階となる2012年度～2014年度におけるプロジェクトにおいても遺跡見学会に加え、石垣市を中心にタウンミーティングの開催を年1回のペースで継続に行い、地域社会との連携を促進してきた。2015年度より新たに開始することとなった本研究は、これらの取り組みで得てきた経験や、地域社会における様々な関係者・団体とのネットワークをさらに発展させる形で計画された。

とくに本プロジェクトは、地域社会のステークホルダー(e.g. ダイバー関係者・漁業関係者・学校関係者・教育委員会等)が主体性をもち、持続的に海底遺跡の観光・教育資源としての利用を軸に、遺跡の監視や保全を継続できるシステムの構築を最終目標として設定した。この高い目標を、3年間という本プロジェクト期間で完全に達成するのは容易ではなく、現状に即せば、今後も本プロジェクト研究に続く形の後続研究やプログラムを実施することで、より多くの理解者や支持者を当該社会に増やしていく努力が求められよう。しかし、第7章でも報告・議論されるように、本プロジェクトを通して屋良部沖海底遺跡に関心を持つステークホルダーの数は確実に増えており、最終年度となる2017年11月に石垣市で実施した講習会には約20団体におよぶ地元のダイバー関係者がエントリーしてくれたほか、翌日に実施した見学会でも多くの地元ダイバーが、一般ダイバーを連れて遺跡見学を実施した(第7章)。またこれら



の取り組みは、朝日新聞（2017年11月23日朝刊）とNHK（『おはよう日本』2018年1月29日放送）により全国版で報道され、一般社会においてもその関心が高まりつつあることを実感している。

一方で、海底遺跡の位置座標も含めた情報を一般公開することにより、一般人やダイバーによる遺跡の損傷や遺物の持ち運びといった負の影響がどの程度出てくるか、またそれに対して地域社会の関係者がどのような対応を検討していくかについても継続的に関与していく必要がある。これら今後の課題については第8章の総括においても改めて論じることとし、ここでは本プロジェクト期間中における調査経過について整理する。

## 1-2. 調査経過

本調査は2015～2017年度の3ヶ年間でわたって行われたが、ここでは年度別に調査経過についてその概要を整理・報告する。

### (1) 2015年度

2015年度は、本研究の代表者や分担者がこれまで調査を実施してきた石垣島を中心とする八重山諸島の水中文化遺産を対象とし、その中でも「海底遺跡ミュージアム化」の可能性が高い海底遺跡として石垣島の屋良部沖海底遺跡を対象とした潜水調査のほか、短期間での試験的な見学会を11月に実施できた（図1）。またこの潜水調査および見学会においては、本研究の協力者である坂上が開発してきた水中ロボットの積極的な利用、とくにインターネットを使ったリアルタイム動画配信を試み、調査や遺跡の状況をほぼ同時進行で、世界中で確認できるシステムの構築を行った。潜水調査においては、新たに8号四爪鉄錨を発見したほか、これまでに確認してきた鉄錨のうち5本の実測図作成と、3次元写真実測をおこなった。

一方、海底遺跡ミュージアム化を実現する上で不可欠となる地域住民や漁業者、ダイビング事業者、文化財を担当している教育委員会らによる理解とサポートに関しては、まず石垣市教育委員会には後援という形で全面的な協力を得られたほか、石垣市観光スポーツ課からの教育も得ることができた。さらに11月5日に行った地元のダイビング業者を対象とした遺跡見学会には7名のダイビング業者の参加があり、見学会後の意見交換会でも活発な議論を行うことができた。また11月7日に地元の高校生を対象に行った水中ロボットによる見学会でも5名の高校生が参加した（写真1-4、1-5）。これらを通し、今年度の目的の一つとして計画していた、地域社会において水中文化遺産と関係する個人や団体との協力関係の強化や、遺跡の歴史的重要性、観光・教育資源としての周知化に関しては、一定の成果を得ることができたと評価できる。

「海底遺跡ミュージアム」の対象としていく水中文化遺産のさらなる考古学的データの追加と研究成果の公表に関しては、とくに琉球王国時代の沈没船が存在する可能性の高い屋良部沖海底遺跡での遺物の詳細観察、現状確認遺構の現況図の作成を進められたほか、6月に宮古島で行った確認調査では、宮古島にも近い将来に、「海底遺跡ミュージアム」化を進められる可能性のある海底遺跡を計3遺跡確認できた（図1-1）。また宮古島の教育委員会からも全面的な協力を得ることができ、文化財担当者の久貝弥嗣氏には協力者として参加頂くことになり、11月に石垣島で実施した見学会にも参加して頂けた。

これらの基礎的調査により得た学術成果の公表においては、海事考古学や水中考古学の分野では世界で最も権威のある査読誌となる『International Journal of Nautical Archaeology』の45号に、本代表および分

担者や協力者による共著論文（Ono et al. 2016）が掲載され、これまでの成果が世界的にも注目される基礎を提供できた。また成果の一般社会への還元においては、ダイバー雑誌となる『月刊ダイバー』でメンバーの山本裕司が担当する特集頁に、屋良部沖海底遺跡の潜水調査に関する記事を紹介した（小野 2014b、2015）。

## （2） 2016 年度

2016 年度は、本研究の代表者や分担者がこれまで調査を実施してきた石垣島を中心とする八重山諸島の水中文化遺産（図 1-1）を対象とし、その中でも「海底遺跡ミュージアム化」の可能性が高い海底遺跡として石垣島の屋良部沖海底遺跡を対象とした潜水調査のほか、短期間での試験的な見学会を 11 月に実施した。またこの潜水調査および見学会においては、本研究の協力者である坂上が開発してきた水中ロボットの積極的な利用、とくにインターネットを使ったリアルタイム動画配信も昨年度に続き実施し（写真 1-7）、大阪会場への配信に成功したほか、約 50 人以上が同時観察を行えた。2015 年度における潜水調査においては、新たに 8 号四爪鉄錨を発見したほか、これまでに確認してきた鉄錨のうち 5 本の実測図作成と、3 次元写真実測にも成功した。さらに 2016 年度においては、新たに協力者として参加してもらった山船氏によるサポートの下、4、5、6、7 号鉄錨の 3 次元写真測量を実施し、考古学的データおよびダイビング関係者が遺跡を見学することのできる資料の収集・作成に成功した。

一方、海底遺跡ミュージアム化を実現する上で不可欠となる地域住民や漁業者、ダイビング事業者、文化財を担当している教育委員会らによる理解とサポートに関しては、まず石垣市教育委員会には後援という形で全面的な協力を得られたほか、石垣市観光スポーツ課からの教育も得ることができた。さらに 11 月には地元のダイビング業者を対象とした遺跡見学会を実施し、見学会後の意見交換会でも活発な議論を行うことができた。また 11 月 7 日には地元の高校生を対象に行った水中ロボットによる見学会も実施した（写真 1-6）。これらを通し、今年度の目的の一つとして計画していた、地域社会において水中文化遺産と関係する個人や団体との協力関係の継続と強化や、遺跡の歴史的重要性、観光・教育資源としての周知化に関しては、一定の成果を得ることができたと評価できる。

## （3） 2017 年度

海底遺跡の調査は、2017 年 11 月 17－18 日の 2 日間の日程で実施した。この年度も調査対象は沖縄県石垣市名蔵湾屋良部崎沖の海底に位置する屋良部沖海底遺跡である。また 11 月 18 日には水中考古学調査と並行する形で、水中ロボット使用した遺跡見学（高校生向け水中文化遺産教室）及び、大阪商業施設でその様子のオンライン配信、地域のダイビング業者の屋良部沖海底遺跡見学の支援もおこなった。また見学会前となる 11 月 17 日は、地元のダイバー関係者を主な対象とした事前講習会を開催し（担当：中西）、考古学的な原位置保存の重要性について改めて議論し、見学会中やそれ以外においてもダイバー観光客が遺物に触れぬよう注意・監視することの意義や屋良部沖海底遺跡の歴史的価値、とくに琉球王国時代の交易路や海上交通を検討する上での重要性についての共通認識を持つ場となった。

11 月 17 日に、屋良部沖海底遺跡の壺集積地で、計 4 名の調査員により、水中写真実測と金属探知機の調査を実施した。水中写真実測の実施にあたっては、本年度に初めて、水中ロボットにもビデオカメラを取りつけ、動画データの収集をおこなった。水中金属探知機による探査を集積する壺屋焼付近の海底で行ったところ、壺が集積する周囲に金属反応があり、砂質海底下に埋没する関連遺物の存在が示唆され



た。

高校生向けを対象とした水中文化遺産教室は、八重山高校の協力を得て実施された。11月18日の実施日に生徒2名が、調査・見学会船に乗船し、水中ロボットの操縦体験を行い、屋良部沖海底遺跡を探索した。この際に撮影された水中ロボットカメラの映像が、大阪電気通信大学の協力を得て、インターネットを通じて大阪の商業施設の会場で配信された。11月18日には、事前に申請のあった石垣市内のダイビング業者によって、屋良部沖海底遺跡の見学会が実施された。地域のダイビング業者が運営する水中遺跡の見学ツアーという、国内でこれまで実施されたことのない形での水中遺跡公開が試みられた。

なおこれら一連の調査、および見学会の実施に際しては、沖縄県石垣市教育委員会の協力の下、東海大学海洋学部教員2名ほか、大阪府教育庁、沖縄県立博物館・美術館、京都府教育委員会の埋蔵文化財行政関係者、水中遺跡写真撮影専門家ら調査員と東海大学生4名による調査・見学会体制を組織した。事業実施にあたっては、地元ダイビングショップの *Sense of Wonder* を通じて、20名が乗船可能な船1隻を備船した。

こうした石垣市を舞台とした調査・見学会に加え、2018年3月14日には水中遺跡調査・把握・活用のための教育・研修プログラムとしての *NAS* トレーニング・モジュールの利用とその効果の検証を目的とした講習会を東海大学海洋学部にて開催した。モジュールはイギリスでの活動実績が長い学術団体である *Nautical Archaeology Society* が提供するもので、*NAS* とライセンス締結することで導入先がプログラムとして利用可能となる。海洋考古学および水中文化遺産保全・活用についての教育・研修プログラムとして、評価の大変高いプログラムとなっており、国外の高等教育機関や大学において導入が進んでいる。*NAS* の基本方針としては、一ヶ国につき、一団体のライセンス供与を基本方針としているが、国内では、未だ導入事例はない。これらの状況も判断し、本プロジェクトでは2017年度に使用するためには、イギリスの船舶考古学会 (*NAS*) とライセンス契約を行い、このプログラムを実施可能な体制を築いてきた。2018年3月に実施した講習会は、その最初の試みでもあった。

残念ながら、本プロジェクトにおいてはこの1回のみの開催が限度であったが、*NAS* トレーニング・モジュールは、水中文化遺産保全・活用に地域住民・関係者 (*stakeholders*) が関わる際に、使用することで、高い効果が得られることが国外の事例では確認されている。しかし国内では、導入事例が無いため、同様の効果が得られるかは今後も継続してこのプログラムを日本国内でも進めていくことで検証していく必要がある。以上の理由から、本プロジェクト後も東海大学海洋学部ではライセンス契約を継続し、大学教育に取り入れるだけでなく、海底遺跡ミュージアム化が進む当該地域においても試験的に取り入れていく予定である。

## 【引用・参考文献】

- 小野林太郎・片桐千亜紀・坂上憲光・菅浩伸・宮城弘樹・山本祐司 2013 「八重山における水中文化遺産の現状と将来－石垣島・屋良部沖海底遺跡を中心に－」『石垣市立 八重山博物館紀要』第 22 号 石垣市立八重山博物館
- 小野林太郎 2014a 「沖縄の水中文化遺産と「海底遺跡ミュージアム構想」」『Ocean Newsletter』333 号：4-5 (6 月 20 日刊行)
- 小野林太郎 2014b 「水中考古学 5:石垣島屋良部沖海底遺跡」『月刊ダイバー』398 号：132-133.(山本遊児写真)
- 小野林太郎 2015 「石垣島海底遺跡と海洋考古学調査」『月刊ダイバー』414 号：110-111.(山本遊児写真)
- 片桐千亜紀 (編) 2009 『沿岸地域遺跡分布調査概報 (II) ～宮古・八重山諸島編～』沖縄県立埋蔵文化財センター
- 片桐千亜紀 (編) 2010 『沿岸地域遺跡分布調査概報 (III) ～遺跡地図・概要編～』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第五五集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 片桐千亜紀 2011 「南西諸島で確認される鉄錨」アジア水中考古学研究編『海の文化遺産総合調査報告書－南西諸島－』pp. 126-130.
- 片桐千亜紀 2014 「第 3 章沖縄の水中文化遺産」『沖縄の水中文化遺産～青い海に沈んだ歴史のカケラ～』南西諸島水中文化遺産編 ボーダーインク
- Ono, R, H. Kan, N. Sakagami, M. Nagano and C. Katagiri 2014 First Discovery and Mapping of Early Modern Grapnel Anchors in Ishigaki Island and Cultural Resource Management of Underwater Cultural Heritage in Okinawa. In H. Van Tilburg, S. Tripathi, V. W. Vadillo, B. Fahy, and J. Kimura (eds.) *Proceedings of the 2nd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage*, pp. 683-697.
- Ono, R, C. Katagiri, H. Kan, N. Nagano Y. Nakanishi, Y. Yamamoto, F. Takemura and M. Sakagami 2016 Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritages in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45.1: 75-91.
- 坂上憲光、李銀姫、山田吉彦、川崎一平、仁木将人、小野林太郎、石川智士 2014 「石垣島におけるものづくりを通した海洋環境社会教室」『工学教育』62(3): 47-52.



## 第2章 八重山の水中文化遺産と屋良部沖海底遺跡の歴史的背景

### 2-1. 八重山の水中遺跡調査史

屋良部沖海底遺跡は八重山諸島と呼ばれる琉球列島の南端に広がる海域に現れた島々のひとつである石垣島に所在する。石垣島は八重山諸島で最大の人口を有する島であり、八重山の島々を巡る観光の拠点ともなっている。

石垣島に人類が移住し始めたのは後期更新世(旧石器時代)に遡ることが明らかとなった(仲座他 2017)。以来、八重山の人々は海と深く関わる生活を営んできた。先史時代には海の資源を重要な食料として利用し、歴史時代に入ると琉球列島の他の島々と船を利用した活発な交易活動を展開する。八重山諸島は沖縄諸島とはまた異なる島独特の海洋文化を育んできた。海岸の潮間帯を利用した生産活動も活発であった。そのような活動に関連した水中文化遺産が八重山の海域に多数存在する事は当然とも言えよう。

八重山の水中遺跡調査の萌芽は、石垣島で海底遺跡の存在を初めて認識した大濱永亘氏の調査(大浜 1994)による名蔵シタダル遺跡に見られる。その後、本遺跡はジョージ・H・カーによる調査(沖縄県立博物館 1982)、日本水中考古学会による潜水調査、沖縄県教育委員会による調査(當眞・大城 1979)と、様々な専門家による頻繁な踏査と遺物の回収が行われており、その成果は日本の貿易陶磁器研究に大きな影響を与えている。

しかし、複数回にわたる名蔵シタダル遺跡の調査と対照的に、潜在的に多く存在することが予想される他の水中遺跡が発見・報告されることは少なかった。その中で、1997年に石垣市史編集室の「安良村緊急調査事業」の一環として実施された石垣市安良周辺海域の遺物探査は、水中遺跡を意識して調査された貴重な事例である(川島 1999)。旧安良村は現在廃村となっているが、その地理的環境から前面の海域が生業の場や港として利用されたことは明白であり、実際に当時の人々によって廃棄された陶磁器等が海岸や海底に散乱することが確認された。

以上のように、20世紀の後半は散発的な水中文化遺産の調査が行われたのみであったが、21世紀を迎えて、琉球列島、そして八重山の水中文化遺産調査は大きな画期が訪れる。本格的な学術調査や、広大な海域を対象とした悉皆的で継続的な分布調査が行われ始めた。

まずは水中に没した貝塚の学術調査が行われる。2003・04年に東海大学の「宮古・八重山地域の総合的研究」の一環として実施された西表島カトゥラ貝塚の発掘調査は、水中に没した先史時代の貝塚を対象とした調査であり、八重山はもとより、南西諸島でも初めての事例となる画期的なものであった。この時、開発された水中発掘調査方法は「カトゥラ貝塚(東海大)方式」と仮称されている(北条 2007)。

カトゥラ貝塚の学術調査が行われていた頃、南西諸島の水中遺跡を対象とした分布調査が始まる。2003年～2004年、今帰仁村教育委員会(当時)の宮城弘樹氏とそのチーム(以下、南西諸島水中文化遺産研究会)によって琉球列島で初めて沈没船に着目した分布調査が笹川財団の助成を受けて実施された(「南西諸島における沈没船発見の試みとその基礎的調査」プロジェクト)。この調査は、これまでの調査や文献等の事例を検討し、実際に様々な海岸・海底の踏査をしつつ琉球列島における沈没船に関する情報の集成と海底に遺物が散布する遺跡の実態を調査・研究したものであった(宮城他 2004・2005)。八重山では石垣島の名蔵シタダル遺跡がリストアップされた。

続いて、2005年～2009年、沖縄県立埋蔵文化財センターによって沖縄県全域を対象とした水中文化遺産の分布調査が文化庁の国庫補助を受けて実施された(「沿岸地域遺跡分布調査」事業)。この調査は、南

西諸島水中文化遺産研究会が調査した成果をさらに発展させ、対象も沈没船関連だけでなく、潮間帯から海底にかけて存在する港湾遺跡や生産遺跡など様々な水中文化遺産を対象とし、遺跡の種類や数量等の現状を総合的に明らかにするものであった。これまで、琉球列島では水中遺跡の調査は地域の研究者や大学が主体となって限定的な遺跡を対象として実施されてきたものがほとんどであり、ましてや、基本的な分布調査が実施されることは皆無であった。しかし、この調査は沖縄県という行政が主体となって沖縄県全域の水中文化遺産の種類や分布状況等の実態を把握するために企画・実施された点において、これまでの調査とは一線を画する重要な調査となった。

既存資料と新資料を合わせ多数の水中文化遺産が確認され、水中文化遺産の遺跡地図が作成された(新垣他 2017)。八重山でも多数の水中文化遺産が集成され、その実態が明らかとなった。

沖縄県立埋蔵文化財センターによる分布調査が終了した頃の 2009 年～2011 年、日本財団の助成を受けたアジア水中考古学研究所が主催する「海の文化遺産総合調査プロジェクト」の一環として、鹿児島大学法文学部異文化交流論研究室と南西諸島水中文化遺産研究会によって琉球列島全域の水中遺跡の分布調査が実施された。沖縄県立埋蔵文化財センターの調査は、沖縄県内の琉球列島に限定されていたが、このプロジェクトによって鹿児島県まで含めた琉球列島海域の分布調査が実施されることとなった。この調査では、これまで沖縄県海域で実施された事例を参考とし、聞き取り調査やアンケート調査の対象を充実させることによって情報量を増やし、鹿児島県側南西諸島を中心とした島々の徹底的な踏査を行ってさらに多くの水中文化遺産を集成し内容を充実させている(アジア水中考古学研究所他 2012)。

このプロジェクトの終了によって、およそ 10 年をかけて継続的に行われた沖縄県・鹿児島県を含めた広大な海域の南西諸島の水中遺跡の種類とその数、位置が概ね把握されることになった。琉球列島全体の分布状況が明らかになったことによって、最南端に位置する八重山における水中文化遺産の特色も明らかとなった。今後はそれぞれの島々、地域のさらに詳細な分布調査によってその種類や数が増えていくことになるだろう。琉球列島を巡る水中文化遺産の調査・研究は次の段階を迎えることになる。

2012 年、総合地球環境学研究所の研究プロジェクト「東南アジア沿岸域におけるエリアケイパビリティの向上」の一環として、八重山水中文化遺産の重点的で詳細な海底調査が実施された。この調査は、特定の海域と海底遺跡を対象として遺跡の実態を把握するための詳細な調査・研究を行うものであり、これまでの種類と数を把握するための分布調査とは目的が明確に異なっていた(小野他 2013)。そして、この調査は、最終的に屋良部沖海底遺跡の重点的調査・研究と沖縄ならではの水中遺跡公園の設置を目指したパブリックアーケオロジ的な取り組みへと発展していった(Ono et al. 2016, Nakanishi et al. 2018)。琉球列島の水中文化遺産の調査・研究は八重山の海域が中心となって次のステージへと進んでいるのである。

## 2-2. 八重山水中文化遺産の種類と分布

琉球列島で確認された水中文化遺産を遺跡形成要因によって大別すると次の種類があり、八重山でもそのほとんどすべてが確認されている。遺跡の分布状況を図 2-1 に、遺跡の概要を表 2-1 に示す。

### (1) 海難事故に伴う水中文化遺産

- ① 沈没船 船の沈没によって形成される。座礁・沈没後に自然(台風等)・人為的(部品回収)攪乱によって、船体がバラバラとなりその残骸のみが確認される場合が多い(写真 2-1)。八重山では



2ヵ所（遺跡 No.9・23）で確認されている。それぞれ名蔵湾と石西礁湖内であり、船の航行がさかんな海域である。

- ② 海底遺物散布地 船が海難事故に遭遇し、積荷の投棄を行って船体の沈没を避けた結果形成される（写真 2-2）。1871 年の『嘉善姓九姓永秀家譜』には、琉球人が船の沈没が想定されるような海難事故に遭遇した際、船の帆柱・舵を壊し、「積荷を捨て」、最後に髷を切って祈ったことが記載されている。船が沈没しなくとも、積荷だけが海底に散乱することがあるという文献的裏付けである。この場合、海底から海岸にかけて船の積荷と考えられる共時性の高い遺物が多量に確認される。船の沈没に伴う可能性もあるが、船体そのものが確認できない場合はこちらの分類とする。八重山では船の積荷であった陶磁器のみが多量に散布する海域が3ヶ所（遺跡 No.10・16・17）で確認されており、今後の調査によって船体そのものが発見される可能性もある。

八重山で発見された沈没船や積荷の投棄など、海難事故に伴う水中文化遺産は石西礁湖と名蔵湾に集中する傾向がみられる（図 2-2）。石西礁湖は石垣島と八重山の島々を結ぶ航路になっており、古来から頻繁な船の航行があったことがわかっている。名蔵湾はその地形から北風に強く船の避難港としての利用価値が高い。これらは、船が頻繁に航行する海域であるがゆえ、海難事故にあう船が増加する確率も高く、水中文化遺産が集中する必然性も高かったと考えられる。この海域では今後さらに多くの水中文化遺産が発見される可能性がある。

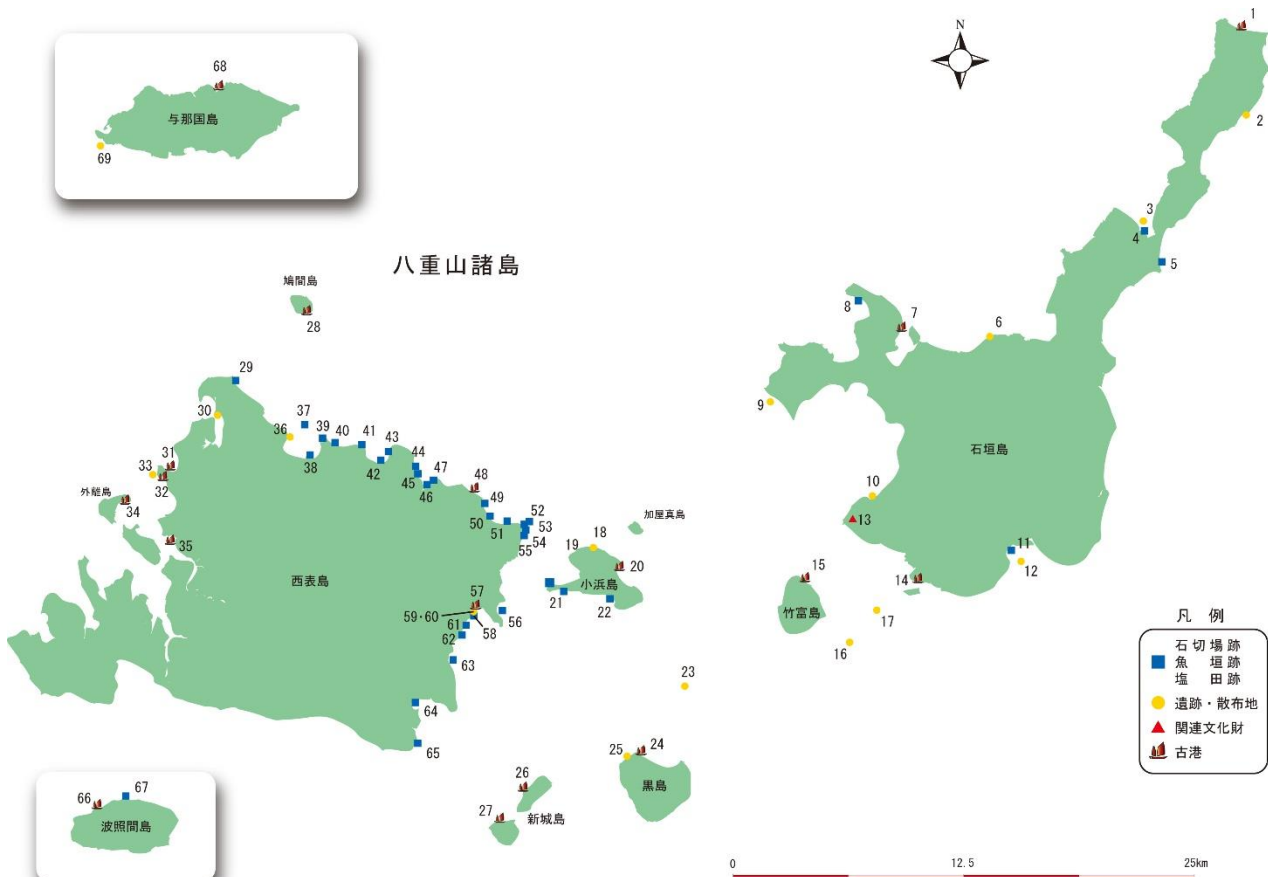


図 2-1：八重山諸島の水中文化遺産とその位置

表 2-1：八重山諸島の水中文化遺産とその概要一覧

| No | 遺跡名           | 種別・性格             | 島・海域 | 字名  | 立地                | 遺物           | 時期       |
|----|---------------|-------------------|------|-----|-------------------|--------------|----------|
| 1  | 大崎の古港         | 正保国絵図の港           | 石垣島  | 平久保 | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 2  | 安良海岸遺物散布地     | 港湾遺跡              | 石垣島  | 平久保 | 海岸・潮干帯            | 陶磁器          | 近世・近代    |
| 3  | 伊原間湾遺物散布地     | 港湾遺跡              | 石垣島  | 伊原間 | 海岸・潮干帯            | 陶磁器          | 中世～近世・近代 |
| 4  | 伊原間湾の魚垣       | 魚垣 生産遺跡           | 石垣島  | 伊原間 | 海岸・潮干帯            |              | 近世・近代    |
| 5  | 玉取崎の魚垣跡       | 魚垣 生産遺跡           | 石垣島  | 伊原間 | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 6  | 米原海岸遺物散布地     | 海岸遺物散布地           | 石垣島  | 梶海  | 海岸・潮干帯            | 陶磁器          | 中世       |
| 7  | 川平港           | 正保国絵図の港           | 石垣島  | 川平  | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 8  | 底地海岸の魚垣跡      | 魚垣 生産遺跡           | 石垣島  | 川平  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 9  | 屋良部沖海底遺跡      | 沈没船<br>港湾遺跡       | 石垣島  | 崎枝  | 海底<br>(-12m～-32m) | 四爪鉄錨、<br>陶磁器 | 近世以降     |
| 10 | 名蔵シタダル遺跡      | 水中遺物散布地           | 石垣島  | 新川  | 海岸～海底(-2m)        | 陶磁器          | 中世       |
| 11 | 宮良湾大浜の魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 石垣島  | 大浜  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 12 | 宮良湾海底遺跡       | 港湾遺跡              | 石垣島  | 大浜  | 海岸～海底(-2m)        | 陶磁器、土器       | 中世～近世・近代 |
| 13 | 唐人墓           | 関連文化財             | 石垣島  | 新川  | 陸上                | 墓            | 近世・近代    |
| 14 | 御崎泊           | 正保国絵図の港           | 石垣島  | 新栄町 | 海岸～海底             |              | 中世以降     |
| 15 | 竹富島の古港        | 正保国絵図の港           | 竹富島  | 竹富  | 海岸～海底             | 陶磁器          | 近世以降     |
| 16 | 石西礁湖海底遺跡群第1地点 | 水中遺物散布地           | 石西礁湖 |     | 海底(-3m)           | 陶磁器          | 近世・近代    |
| 17 | 石西礁湖海底遺跡群第2地点 | 水中遺物散布地           | 石西礁湖 |     | 海底(-5m)           | 陶磁器          | 近世・近代    |
| 18 | 小浜島北岸遺物散布状況   | 海岸遺物散布地           | 小浜島  | 小浜  | 海岸・潮干帯            | 陶磁器、土器       | 中世～近世・近代 |
| 19 | アカヤ崎の魚垣跡      | 魚垣 生産遺跡           | 小浜島  | 小浜  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 20 | 小浜島の古港        | 正保国絵図の港           | 小浜島  | 小浜  | 海岸～海底             | 陶磁器          | 近世以降     |
| 21 | 細崎の魚垣跡        | 魚垣 生産遺跡           | 小浜島  | 小浜  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 22 | ビルマ崎の魚垣跡      | 魚垣 生産遺跡           | 小浜島  | 小浜  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 23 | 石西礁湖海底遺跡群第3地点 | 沈没船               | 石西礁湖 |     | 海底(-17m)          | 陶磁器、<br>船体   | 近世・近代    |
| 24 | 黒島の古港         | 正保国絵図の港           | 黒島   | 黒島  | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 25 | 西の浜遺物散布地      | 港湾遺跡<br>(正保国絵図の港) | 黒島   | 黒島  | 海岸・潮干帯            | 陶磁器          | 近世・近代    |
| 26 | 上地島の古港        | 正保国絵図の港           | 新城島  | 上地  | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 27 | 下地島の古港        | 正保国絵図の港           | 新城島  | 下地  | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 28 | 鳩間島の古港        | 正保国絵図の港           | 鳩間島  | 鳩間  | 海岸～海底             |              | 近世以降     |
| 29 | ニシミジダヌの魚垣跡    | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯            |              | 近世以降     |
| 30 | カトゥラ貝塚        | 貝塚                | 西表島  | 上原  | 河口・海底             | 貝類           | 先史       |
| 31 | ニシドマリ         | 正保国絵図の港           | 西表島  | 西表  | 海岸～海底             | 陶磁器          | 近世以降     |
| 32 | 祖納マエドマリ沖海底遺跡  | 港湾遺跡<br>(正保国絵図の港) | 西表島  | 西表  | 海岸～海底(-2m)        | 陶磁器          | 中世～近世・近代 |

|    |               |                   |      |     |        |       |          |
|----|---------------|-------------------|------|-----|--------|-------|----------|
| 33 | マエドマリ         | 正保国絵図の港           | 西表島  | 西表  | 海岸～海底  |       | 中世以降     |
| 34 | 外離島の古港        | 正保国絵図の港           | 西表島  | 西表  | 海岸～海底  |       | 近世以降     |
| 35 | 白浜の古港         | 正保国絵図の港           | 西表島  | 西表  | 海岸～海底  |       | 近世以降     |
| 36 | 船浦スラ所跡        | 生産遺跡              | 西表島  | 上原  | 海岸     | 陶磁器   | 近世以降     |
| 37 | ハトパナリのナカセの魚垣跡 | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 38 | ナカシの魚垣跡       | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 39 | インダ崎西の魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 40 | インダ崎東の魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 41 | トマダの魚垣跡       | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 42 | 大見謝川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 上原  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 43 | 大見謝川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 44 | ユツン川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 45 | ユツン川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 46 | ユツン川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 47 | ユツン川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 48 | 高那の古港         | 正保国絵図の港           | 西表島  | 高那  | 海岸～海底  | 陶磁器   | 近世以降     |
| 49 | ホネラ川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 50 | ホネラ川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 51 | ホネラ川河口付近の魚垣跡  | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 52 | 野原崎西の魚垣跡      | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 53 | 野原崎西の魚垣跡      | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 54 | 野原崎南付近の魚垣跡    | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 55 | 野原崎南付近の魚垣跡    | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 高那  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 56 | ヌスクの魚垣跡       | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 57 | 古見の古港         | 正保国絵図の港           | 西表島  | 古見  | 海岸～海底  |       | 中世以降     |
| 58 | 古見赤石崎の魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 59 | 古見赤石崎遺物散布地    | 港湾遺跡<br>(正保国絵図の港) | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 | 陶磁器   | 中世～近世・近代 |
| 60 | 古見赤石崎スラ所跡     | 生産遺跡              | 西表島  | 古見  | 海岸     | 陶磁器   | 近世以降     |
| 61 | 前良川河口付近の魚垣跡   | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 62 | 前良川河口付近の魚垣跡   | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 63 | トイラの魚垣跡       | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 古見  | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 64 | 仲間川河口の魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 南風見 | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 65 | イシャブザの魚垣跡     | 魚垣 生産遺跡           | 西表島  | 南風見 | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 66 | 波照間島の古港       | 正保国絵図の港           | 波照間島 | 波照間 | 海岸～海底  |       | 近世以降     |
| 67 | 波照間島北岸の石切場    | 石切場 生産遺跡          | 波照間島 | 波照間 | 海岸・潮干帯 |       | 近世以降     |
| 68 | 祖納の古港         | 正保国絵図の港           | 与那国島 | 祖納  | 海岸～海底  |       | 近世以降     |
| 69 | 久部良南岸の古港      | 港湾遺跡              | 与那国島 | 久部良 | 海底     | 西欧型鉄錨 | 近世以降     |



(2) 海域や海岸の頻繁な利用に伴う水中文化遺産

- ③ 港（港湾遺跡） その海域が港として利用されていたことを実態として示す。海岸から海底にかけて船舶の停泊具であるイカリ（碇・錨）や様々な時代の遺物が確認される。港に停泊していた船舶が台風等の海難事故に遭遇した結果、沈没して形成されることになるケースもあろう。このように、海域の頻繁な利用の要因と海難事故の要因が組み合わさって形成される場合もある。八重山では 8 ヶ所（遺跡 No.2・3・9・12・25・32・59・69）で確認されている（写真 2-3）。船のイカリのみが確認される海域（写真 2-4）や様々な時代の様々な陶磁器が確認される海域がある。

正保国絵図は一七世紀に徳川幕府に提出された絵図である。これには、17 世紀に琉球王国内で利用されていた港の位置と利便性が示されている（図 2-2、2-3）。八重山では 20 ヶ所が正保国絵図に掲載されており、現在の石垣港である御崎泊や、川平湾などのように現在も利用されている港もあれば、すでに港としては利用されていない海域もある（津波他 1992）。数百年間も人類に利用されていた為、潜在的にすべてが遺跡となっている海域であるが、遺物の散布が確認されているのは八重山では 3 ヶ所（遺跡 No.25・32・59）である。数が少ないのは現地の調査不足のためと考えられる。調査を進めることによってその数は増えていくだろう。

確認された 8 ヶ所の港湾遺跡の内、3 ヶ所は正保国絵図に記載された港であるが、残りの 5 ヶ所（遺跡 No.2・3・9・12・25・59）は記載されていない。しかし、遺跡の状況から港として利用されていた可能性は高く、今後詳細な調査が行われればよりその性格が明らかになるだろう。

- ④ 海岸遺物散布地 海浜部に形成された集落を営む人々が海岸を利用すること（炊飯行為やゴミの投棄等）によって形成される。様々な時代の遺物が確認される。遺物散布の確認によって人類が当該時期にその海岸を利用していたことを示唆することができる。港とは区別されるが、海域が港としても利用されていることが明らかな場合は両方の要因で形成される。八重山では 2 ヶ所（遺跡 No.6・18）で確認されている（写真 2-5）。

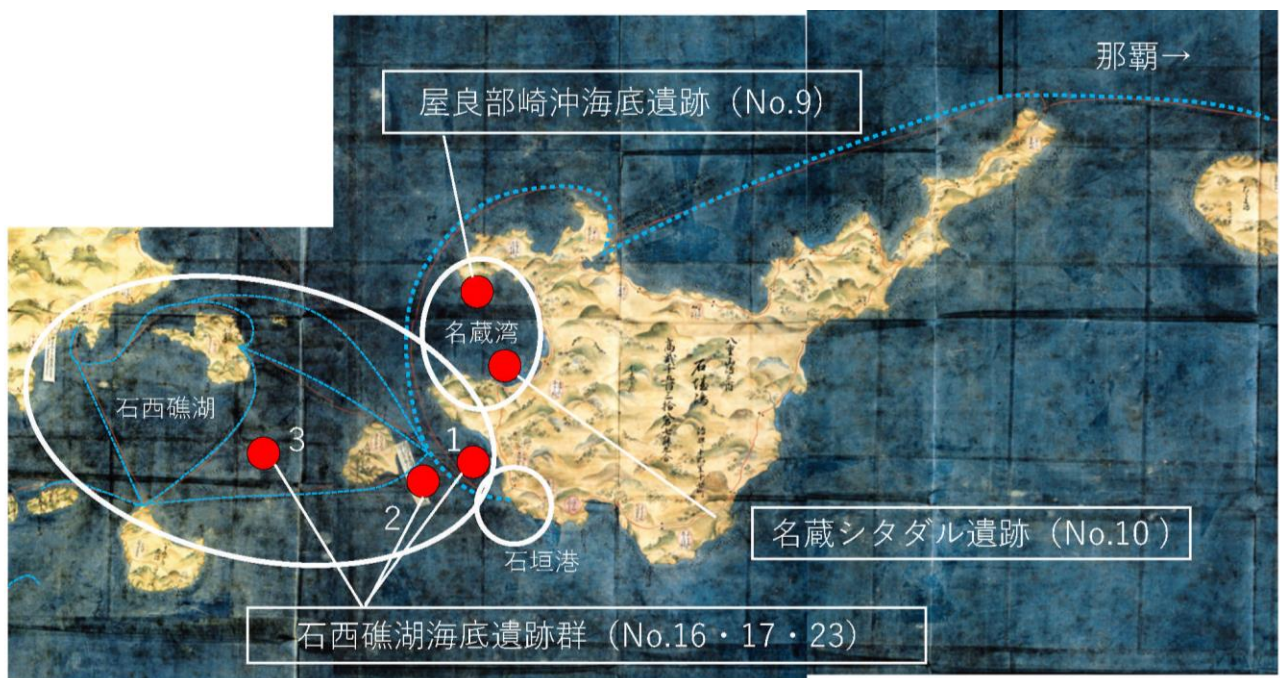


図 2-2：正保国絵図と航路・海難事故遺跡の位置（津波他 1992 を転載・加筆）

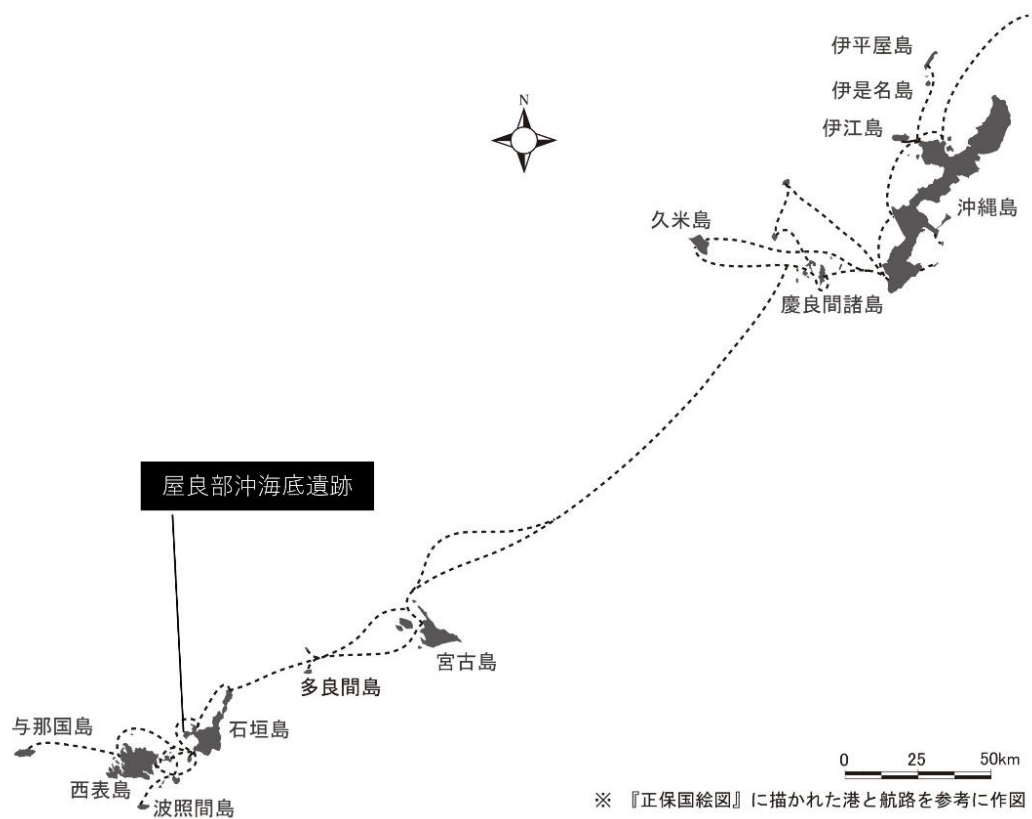


図 2-3：正保国絵図に描かれた航路と屋良部沖海底遺跡の位置

(3) 生産活動に伴う水中文化遺産（生産遺跡）

- ⑤ 石切場跡 潮間帯の海岸で確認される石を切り出した跡。八重山では波照間島の一ヶ所（遺跡 No.67）で確認されたのみである（写真 2-6）。沖縄諸島と比べてかなり少なく、石材をどこから入手していたのか、入手する必要がなかったのかを含めて興味深い課題である。
- ⑥ 魚垣跡 遠浅の海岸で確認される。半円弧状に石を積み上げ、潮の満干を利用して魚を捕獲する定置漁具である。八重山では 33 ヶ所（遺跡 No.は表 1 参照）で確認されている（写真 2-7）。この数は南西諸島全体の中でも飛び抜けて多い。特に西表島・小浜島は数だけでなく保存状態良好なものが多く注目される。石切場跡はその性質から良く保存されているが、小石を積み上げて構築された魚垣跡は現在ほとんど利用されておらず、各海域で保存状態が悪い。もともとこのような遺構は常に修復をしなくてはならないもので、使用されなくなると自然の営力によって崩壊していく。過去には琉球列島でも多くの魚垣があったが、現在はほとんど見る事ができない。その中で、八重山の状況は特殊であり、今後、おおいに研究の余地がある。また、現状の記録等の保存措置を検討することは急務と考えられる。
- ⑦ スラ場跡 船の建造、修理を行った場所。八重山では潮間帯を利用したスラが西表島で 2 ヶ所（No.36・60）知られている。西表島で多いことは広大な森林を有することと無関係ではないだろう。

(4) 地殻変動や海面変動によって形成される水中文化遺産

- ⑧ 陸上沈降遺跡 もともと陸上で形成された遺跡が、地殻変動や海面変動によって海底に沈降し、現在は海底に存在することになった水中文化遺産。八重山では西表島で 1 ヶ所（遺跡 No.30）確認されている（写真 2-8）。琉球列島で学術的な水中調査が実施された唯一の先史時代の貝塚である。

(5) その他

- ⑨ 陸上に引き揚げられた水中文化遺産 もともと、海底にあったものが、陸上に引き揚げられて転用・保管されている文化財がある。碇石や鉄錨等の船の停泊具が多く確認される。琉球列島では中国のジャンク船に使用されたと考えられる碇石や西欧船に使用されたと考えられる西欧型鉄錨が過去に海底から引き揚げられ、陸上で保管されている。これらは、その近海を航行していた船の形態的特徴を知る手掛かりとなるものであり、水中文化遺産を代表する特徴的な資料と言える。八重山では海底で四爪鉄錨や西欧型鉄錨が発見されているが、陸上では未発見である。特に、碇石のような資料は記念碑や石敢當として再利用されている場合もある。

石垣の新川には有名な唐人墓が存在する。1852 年、アメリカに渡航予定だった中国人労働者を乗せた船が石垣島に漂着する事件があり、島で亡くなった人々の霊を祀ったものだ（西里 2005）。琉球列島各地でこのように唐人墓やオランダ墓と呼ばれる墓があり、海難事故によって漂着し亡くなった人々の存在を証明している。付近の海域では座礁・沈没した船が残されている可能性があり、遺跡を探す手がかりともなる。直接水中文化遺産と呼ぶものではないが、水中文化遺産の存在を示す参考として 1 ヶ所掲載した（遺跡 No.13）。



## 2-3. 屋良部沖海底遺跡の立地と歴史的背景

### (1) 遺跡の立地と概要

本遺跡は石垣島名蔵湾の北側、屋良部崎沖に位置する。ここは冬の北風に強く波が穏やかになる海域である。地元ダイビングサービスを経営していた藤井成児氏から情報を得て、沖縄県立埋蔵文化財センターが確認した遺跡であり（片桐 2010）、その後、南西諸島水中文化遺産研究会が追加調査を行なった（アジア水中考古学研究所 2012）。

初期の調査によって、海底では水深 12m～32m、幅 500m の広大な範囲に、大きさの異なる四爪鉄錨が 7 本確認された。また、保存状態良好な沖縄産陶器壺（壺屋焼）が十数個体密集する状況が確認されている（片桐 2014、新垣他 2017）。

さらに、2015 年度以降の東海大学主体の調査によって沖縄産陶器壺の密集海域から船体の存在を示す鉄釘や木材が確認され、沈没船遺跡である可能性が高まった（Ono et al. 2016）。また、四爪鉄錨がさらに 1 本新たに発見され、合計 8 本となった。このことから、この遺跡は、近世・近代期に那覇港から壺屋焼の壺などを積載した船が、八重山諸島に向かう途中で、座礁・沈没した船と考えられ、当該時期に八重山で使用された船（マーラン船など）の形態的特徴を明らかにする可能性を秘めている沈没船遺跡である。

ただし、この海域から発見された 8 本の四爪鉄錨すべてが一隻の船のものであるとは考えづらく、この海域が船の停泊地として利用された結果、引き揚げられなかった鉄錨が海底に残されることになったものも混ざっている可能性は高い。実際、この海域は北風に強く周囲の海が荒れていてもこの海域だけは海が穏やかな状況である。航行中の船がこの海域を避難港として利用したことは充分考えられ、港としての役割もあったはずである。

### (2) 歴史的背景

本遺跡が所在する海域付近の陸上には伝屋良部村跡遺跡の存在が確認されている。現在の屋良部部落の南南東約 1.5km に所在し、現在は牧場内となっており地形の改変が見られる。沖縄県教育委員会による分布調査の結果、土器、陶磁器、貝殻の散乱が確認されている（当真・大城 1979）。また、崎枝側の陸上には近代に建設された海底線陸揚室跡（電信屋）がある。この電信屋は 1897（明治 30）年、旧陸軍省が日清戦争後に日本の領有となった台湾の監視と、植民地政策を進めるための軍事上の目的から建設し、海底には海底線が敷設された。これによって、日本本土から台湾までの通信回線が開通することになった歴史的に重要な文化財であり（伊波 2006）、石垣市指定の史跡になっている。さらに、この海底線は 1896 年にイギリスに発注して建造された日本最初の海底線敷設専用船「沖縄丸」によって敷設されたことから、海事史的にも重要な文化財と考えられる（瀬戸 2015）。

近世・近代にかけて、これらの遺跡を利用した人達が、港湾として優れた海域である（第 4 章参照）屋良部沖海底遺跡を船舶の停泊地として利用したことは想像に難くない。海底に残された大小様々な四爪鉄錨がそれを裏づけよう。

さらに、この海域は歴史的文献からも船の停泊地として利用されていたことがわかった。1772 年の『麻支氏大宗真方』家譜には、石垣泊（石垣港）を出航した船が屋良部崎でイカリを下ろして風待ちをしたことが記載されている。このことから、この海域は 18 世紀には風待ち港として利用されていたことがわかる。また、1734 年の『参遣状拔書』には、屋良部崎には隠干瀬があり、船の停泊中に碇綱が擦り切れ、

怪我人が出たと記されている。ここでも、この海域を船の停泊地として利用していたことが確認できるが、さらに、この海域には碇の綱が擦り切れるような危険な暗礁もあることがわかる（この暗礁についても第5章参照）。これらの文献はこの海域が港湾として利用されていたことを裏付けるが、さらにこの海域には、船の沈没という海難事故も起こっていたことがわかった。1687年の『尚姓家譜（辺土名家）』には中国への進貢貿易の帰りに、船が風の影響で那覇港に向かうことができず、石垣島の屋良部崎沖に流され、船体が破損して沈没し、溺死者が出たことが記されている。この事故のことは、他の文献にも記されている。やはり1685年の『呉姓家譜』には、屋良部崎沖で沈没したこの船の積荷を後に回収したことが記されている。この海域は実際に進貢船が座礁し沈没しているようだ。

以上の文献から、この海域が港湾として利用されていたこと、実際に中国と沖縄を往来するような外洋船である進貢船が沈没していることが明らかとなった。海底から発見された四爪鉄錨や沈没船の可能性が高い沖縄産陶器壺の集積はこれらの事件に関わる遺物である可能性も示唆されよう。

#### 【引用・参考文献】

- 新垣力（編）2017『沖縄県の水中遺跡・沿岸遺跡-沿岸地域遺跡分布調査報告書-』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第87集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- アジア水中考古学研究所・南西諸島水中文化遺産研究会・鹿児島大学法文学部物質文化論研究室 2012『水中文化遺産データベース作成と水中考古学の推進 海の文化遺産総合調査報告書-南西諸島編-』
- 伊波直樹 2006 「第4章第1節 21.崎枝の電信屋」『沖縄県戦争遺跡詳細分布調査（IV）-八重山諸島編-』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第41集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 大濱永亘 1994 「名蔵シタダル遺跡について」『南島考古』No.14 沖縄考古学会仲座久宜（編）2017 『白保竿根田原洞穴遺跡-重要遺跡範囲確認調査報告書2-』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第86集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 沖縄県立博物館（編）1982 『沖縄出土の中国陶磁器（上）』沖縄県立博物館
- 小野林太郎・片桐千亜紀・坂上憲光・菅浩伸・宮城弘樹・山本祐司 2013 「八重山における水中文化遺産の現状と将来-石垣島・屋良部沖海底遺跡を中心に-」『石垣市立 八重山博物館紀要』第22号 石垣市立八重山博物館
- 片桐千亜紀（編）2010 『沿岸地域遺跡分布調査概報（Ⅲ）～遺跡地図・概要編～』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第五五集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 片桐千亜紀 2014 「第3章沖縄の水中文化遺産」『沖縄の水中文化遺産～青い海に沈んだ歴史のカケラ～』南西諸島水中文化遺産編 ボーダーインク
- 川島清剛 1999 「第一二章 三 海中の遺物探査」『石垣島 古郷安良の原風景-その歴史と自然-』石垣市
- 當眞嗣一・大城慧（編）1979 『石垣島の遺跡-詳細分布調査報告書-』沖縄県教育委員会
- 津波清・名嘉正八郎・金城善・豊見山和行（編）1992 『琉球国絵図史料第一集-正保国絵図及び関連資料-』沖縄県教育委員会
- 西里喜行 2005『東洋史研究叢刊之六十六（新装版四）清末中琉日関係史の研究』京都大学学術出版会
- 北条芳隆（編）2007 『網取遺跡・カトゥラ貝塚の研究 沖縄県西表島所在の先史時代貝塚・近世集落遺

- 跡の発掘調査』 東海大学文学部考古学第1研究室・東海大学海洋学部 海洋文明学科・東海大学 沖縄地域研究センター
- 宮城弘樹・片桐千亜紀・新垣力・比嘉尚輝 2004 「南西諸島における沈没船発見の可能性とその基礎的調査-海洋採集遺物からみた海上交通-」 『沖縄埋文研究2』 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 宮城弘樹・片桐千亜紀・比嘉尚輝・崎原恒寿 2005 「南西諸島における沈没船発見の可能性とその基礎的調査（Ⅱ）-海洋採集遺物からみた海上交通-」 『沖縄埋文研究3』 沖縄県立埋蔵文化財センター
- Ono, R, C. Katagiri, H. Kan, N. Nagano Y. Nakanishi, Y. Yamamoto, F. Takemura and M. Sakagami 2016 Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritages in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45.1: 75-91.
- Nakanishi, Y., Ono, R., Sakagami, N., Kan, H. and Katagiri, C.. 2017, Developing the Foundation for Sustainable Management of Underwater Cultural Heritage Starting from Local Involvement: Case Studies in Okinawa, *Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage* (in print).
- 瀬戸哲也 2015 「第6章第3節2 海底線関係施設」 『沖縄県の戦争遺跡—平成22～26年度戦争遺跡詳細確認調査報告書—』 沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第75集 沖縄県立埋蔵文化財センター



### 第3章 調査の方法と成果

#### 3-1. 四爪鉄錨と陶器壺群の位置

屋良部沖海底遺跡でこれまでに発見・確認されてきた四爪鉄錨は、発見された順に1号～と報告されてきた（片桐 2010、2011；南西諸島水中文化遺産研究会 2011；小野他 2013；Ono et al. 2014、2016）。最終的には、合計8本の錨が発見され、1号錨から8号錨まで番号を付けられ、表3-1はこれまでに位置座標を確認することができた8点の四爪鉄錨のGPSによる座標と深度計による水深について整理したものである。また図3-1は、これら位置座標や水深データに基づき、日本国土地理院によって作成された屋良部沖周辺の沿岸図に各四爪鉄錨と次節で紹介する陶器壺集積地の分布地点について整理したものとなる。

表3-1：屋良部沖海底遺跡における四爪鉄製錨と陶器壺群の位置座標

| 遺物     | 緯度         | 経度          | 水深  |
|--------|------------|-------------|-----|
| 1号四爪鉄錨 | 24°25'520" | 124°04'379" | 21m |
| 2号四爪鉄錨 | 24°25'519" | 124°04'406" | 13m |
| 3号四爪鉄錨 | 24°25'498" | 124°04'404" | 19m |
| 4号四爪鉄錨 | 24°25'442" | 124°04'433" | 30m |
| 5号四爪鉄錨 | 24°25'554" | 124°04'216" | 12m |
| 6号四爪鉄錨 | 24°25'549" | 124°04'184" | 29m |
| 7号四爪鉄錨 | 24°25'555" | 124°04'183" | 32m |
| 8号四爪鉄錨 | 24°25'520" | 124°04'403" | 25m |
| 陶器壺群   | 24°25'503" | 124°04'400" | 20m |

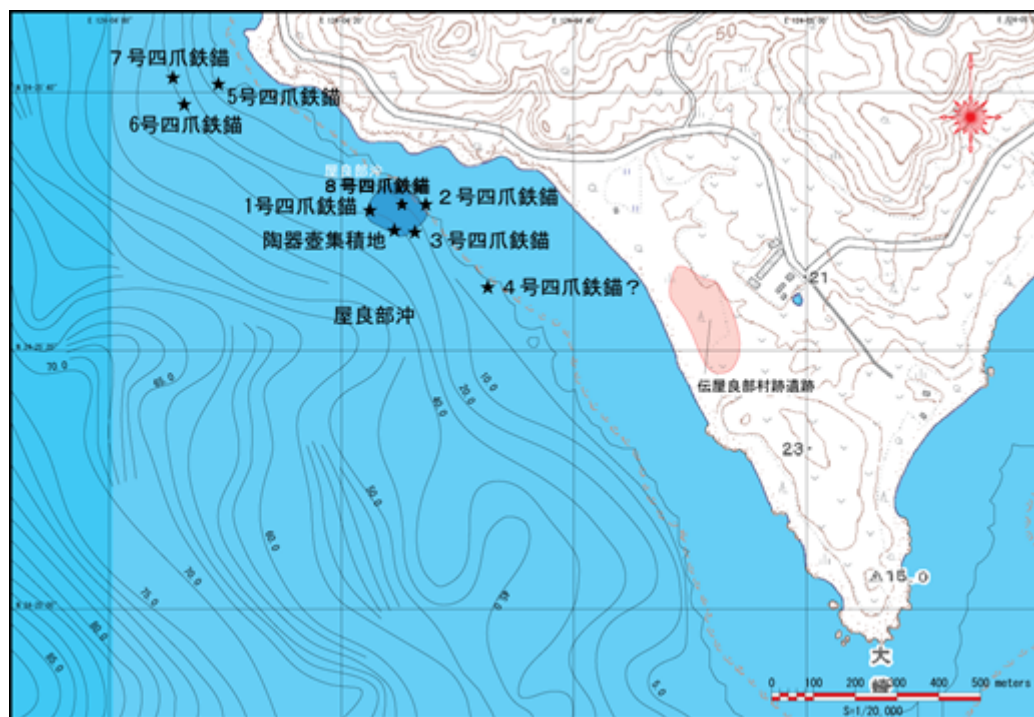


図3-1 屋良部沖海底遺跡における四爪鉄製錨と陶器壺群の位置

### 3-2. 水中写真測量の手順

1-8 号の鉄錨と沖縄産陶器壺群は、PCB パイプの方形枠に碁盤目状に水糸を張ったグリッドを使って実測を行い、平面図を作成した。大まかな形状把握は可能であったが、立体的な鉄錨と完形の壺屋焼から成る壺の集積の記録作成については、水中写真測量法（マルチイメージ・フォトグラメトリー又はコンピュータ・ヴィジョン・プログラム・フォトグラメトリー）が適当と判断し、本調査での導入を行った。以下では、鉄錨と沖縄産陶器壺群の水中写真実測の成果について報告する。

近年の国外の水中遺跡の調査では、マルチビームソナー、水中 3 次元レーザースキャナーなどの機器を使用して、3 次元測量とモニタリングを行う事例が増えている。これらはリモートセンシングの技術の一種であるが、こうした技術のなかで普及が著しいのが写真・動画データを使用した測量・記録法、写真測量法である。写真測量法は多数の写真のピクセルデータ（色情報）から対象物の深度データをコンピュータ内の空間に再構築し、立体モデルを作成する技術である。この技術によってつくられた立体モデルは、実際の地形上に設定した認識点の座標や、任意の座礁を設置して測量することで、精度の高い対象物の図、立体地形図・遺跡図をつくることが可能となっている。

写真測量（フォトグラメトリー、photogrammetry）の技術は 1990 年代には考古学遺跡の調査で使われてきた。このフォトグラメトリーは、光学的な歪みの目盛測定を精確にしたカメラを使い、任意点の測量を目的としていた。現在の写真測量法は技術的な系譜において、この従来のフォトグラメトリーとは一線を画している。複数の写真のピクセルデータから 3 次元モデルを作成することを目的としたのが、写真測量法又はマルチイメージ・フォトグラメトリーである。元来は、航空写真から広範囲の地形の立体地図を作成するために発達した技術であり、陸上の遺跡・遺構の測量で採用された後、2010 年頃から沈没船遺跡などの水中遺跡の調査にも使われはじめた。活動時間に制限がある水中調査において、従来の手作業による情報収集に代わる技術として現在その有効性が証明され、適用事例が増加している。国内の水中遺跡調査では、筆者によって 2014 年に倉木崎海底遺跡で初の導入が図られた。

#### (1) 写真測量法の手順

水中遺跡の写真測量とデータ処理は以下の手順を経る。水中での写真撮影を行う前に、遺跡に、コードット・ターゲット（coded targets）を配置する、あるいはアルミスタッフを測量範囲に置くことが望ましい。これらは遺構内で人工的な認識点（マーカー）となり、ソフトウェア（Agisoft 社製の PhotoScan など）が自動的に認識することで、精度の高い立体海底遺跡図を作成することができる。

水中カメラの設定では、高い値になるほどノイズ発生を最小限とするため、ISO 感度は低い値が望ましい。また絞り値は、十分な焦点深度を得る設定とする。

浅海で、海底に水面反射が写る、繁茂した海草が揺れ動くなどの場合は、写真測量のデータ処理の障害となる可能性がある。

水中カメラを使用した写真測量データの取得では、対象物となる遺物や遺跡を、写真を複数枚撮影する。遺跡平面図を作成する場合には、カメラレンズが海底面と並行になるようにして、撮影方向を一定に保って写真撮影する。この際に、各写真上の対象物は一定程度、重複する必要がある。写真の重複率は、進行方向に 80%（オーバーラップ）、横方向に 60%（サイドラップ）で撮影することが望ましい。出土遺物の撮影も、同様の重複率であることが望ましい。

## (2) 写真測量データ処理の手順（フォトスキャンの事例）

フォトスキャン（PhotoScan）でのデータ処理は、所要時間は使用するコンピュータの演算能力によって変動する。一般の家庭用のコンピュータ（RAM 6GB－12GB）で、200 枚程の写真を処理し、約 10 平方メートルの立体遺跡図を作成した場合、最低で 2 時間半から 5 時間程の時間が必要である。

① 写真データ読み込み：撮影写真をソフトウェアに読み込み、コーデット・ターゲットあるいはアルミスタッフの自動認識を行なう。これら認識点（マーカー）が、十分に読み込まれない場合には、手動での認識を行うことも可能である。読み込み不可となったデータは、任意でその使用を決定する。

② PhotoScan は読み込んだ写真データのカメラ撮影位置を 3 次元空間に特定し、遺跡や地形の深度を再構築する(Align Photos プロセス)。

③ 次にその空間上のカメラの位置をもとに遺構を点群（ポイントクラウド）として再構築して(Build Dense Cloud)、続いてその点群をもとに表面（メッシュ）を構築する(Build Meshes)。

④ 最後に元の 225 枚の写真をもとにモザイク写真を作成し、再構築された立体モデルの表面上に貼り付ける(Build Texture)。

以上の手順によって、写真実測データの立体モデルは、PDF・動画形式で、データ利用も可能となる（図 3－2）。

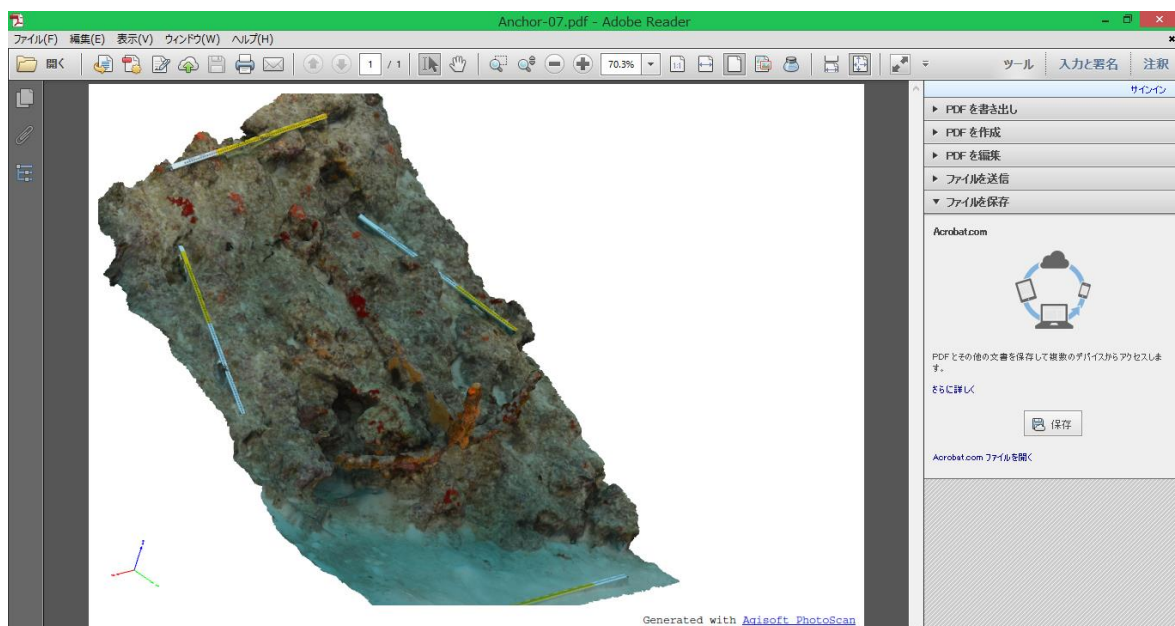


図 3－2：Adobe Reader 上で 3 次元スクロールが可能な立体モデルデータ

## 3－3. 屋良部沖海底遺跡 - 鉄錨と壺集積

写真測量により作成された立体モデルは正確な遺跡の複製であり、そこから遺跡や遺物の情報の読み取ることができる。これには対象物遺物の法量の計測を、データ上で行うことができる。さらに写真測量のデータからは、光学的な歪みがなく、正確な比率を保った水中遺跡の平面モザイク写真（オーソフォト）を作成することができる。以下は、写真測量データに基づく、屋良部沖海底遺跡の鉄錨と壺集積各鉄錨の概要報告である。



① 1号錨四爪鉄錨（図3-3、写真3-1）

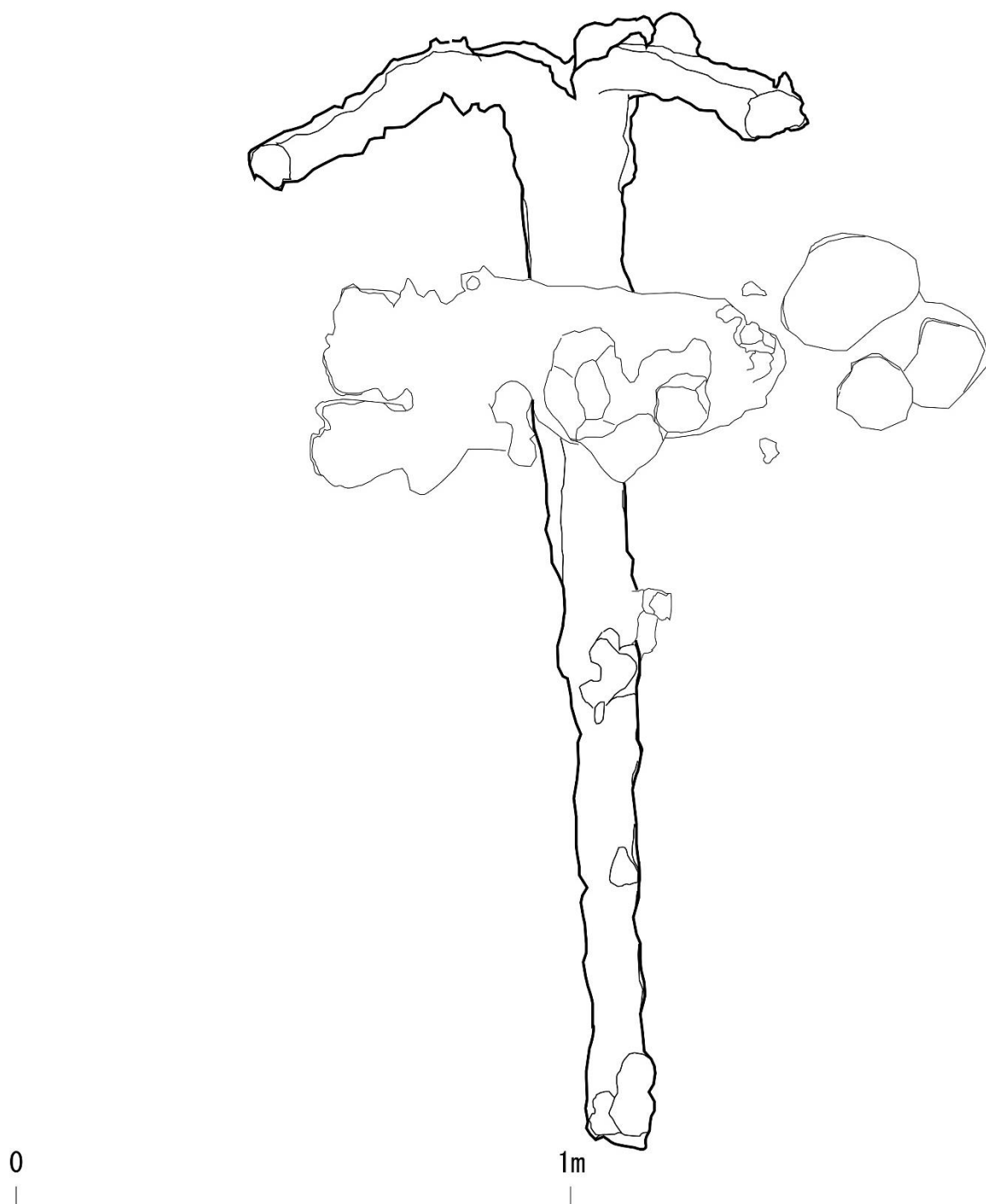


図3-3：1号錨平面図

1号錨は、シャंक（胴部・錨枝・錨柄）の長さが、約2mの大型鉄錨で、アーム（爪）が良好な保存状態に残る。鉄錨の表面は珊瑚や海藻類に覆われているが、全体の形状を確認できる。検出地点は、砂底で、アーム二本は海底面下に埋もれて、シャंकと2本のアームが露出している。シャंकは、アームとの付け根の基部で、約20cmの幅があり、その断面は方形である。シャंकのもう一方の端部の幅は15cmで、基部に比べて、形状は細くなる。この端部に綱を固定するアームリングは確認できない。

② 2号錨四爪鉄錨（図3-4、写真3-2）



図3-4：2号錨平面図

2号錨は、シャंकの長さが、約1.8mと、1号に比べてやや小さめの四爪鉄錨である。4本のアームのうち、2本は砂底下に埋もれており、残りの2本とシャंकの先端部が露出している。シャंकは、アームとの付け根にあたる基部から中央部まで珊瑚に覆われ、その形状が確認できないが、断面は方形と認められる。シャंकの端部には、アームリングが残存し、海底面上に露出している。アーム中心部付近は、発達した珊瑚岩に覆われており、海底に固定されている。

③ 3号錨四爪鉄錨（図3-5、写真3-3）

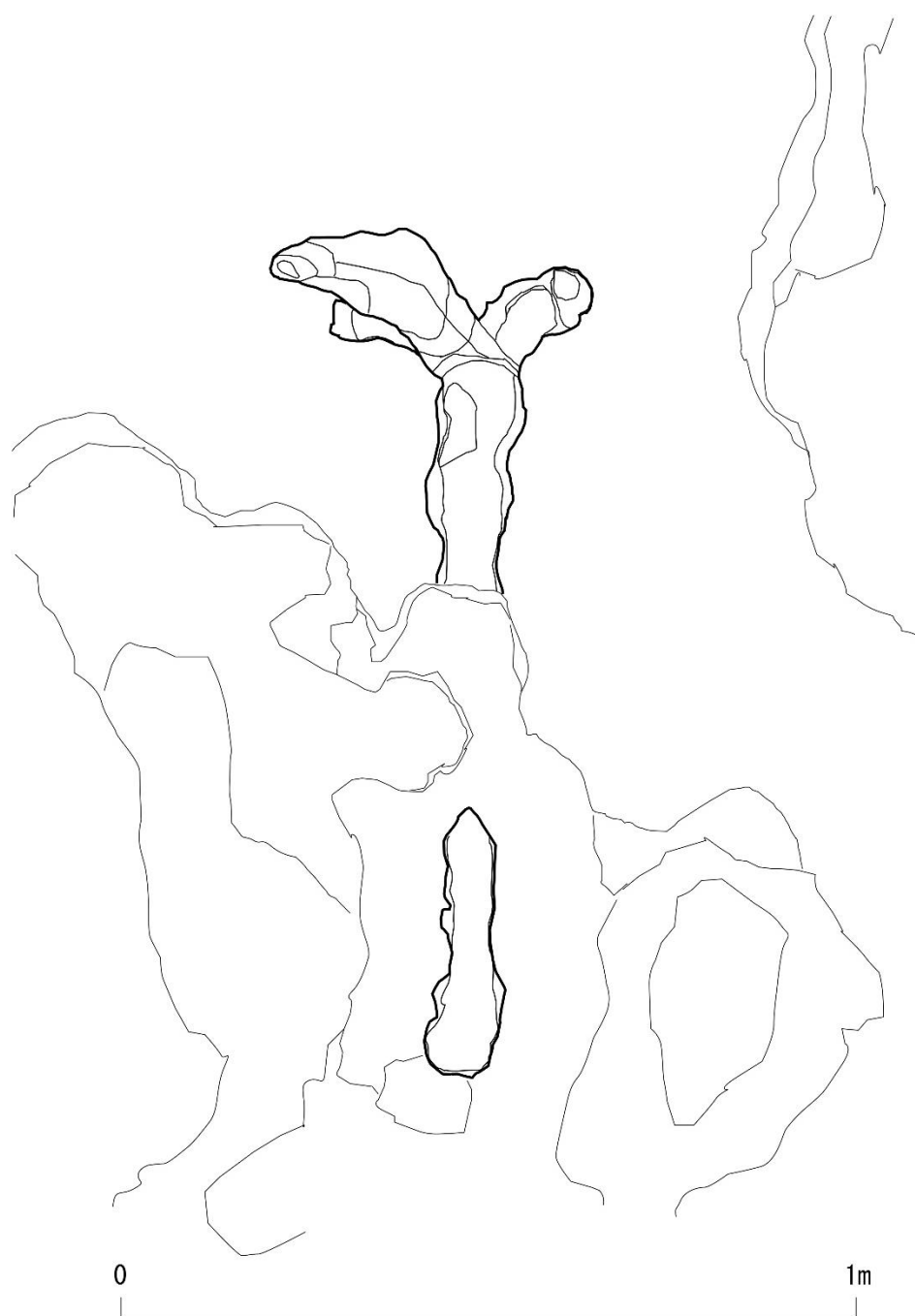


図3-5：3号錨平面図

3号錨は、シャंकの長さが、約1.2mで、2号錨よりも小さい四爪鉄錨である。検出地点は、岩礁で、陶器壺群に最も近い。4本のアームのうち、2本は砂底下に埋もれており、残りの2本とシャंकの端部のみが露出している。露出しているアームはいずれも欠損が認められる。1本は、先端部が折れて、もう一本は付け根付近で折れている。シャंकは、アームとの付け根の基部から、中央部まで珊瑚に覆われ、その形状は確認できないが、断面は方形と認められる。シャंकの端部にアームリングは残っていないが、露出した端部の形状はリング状である。

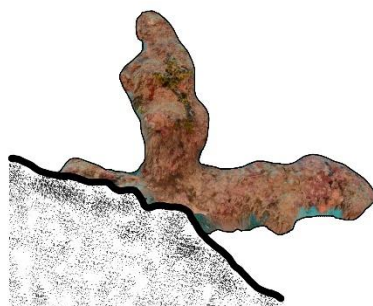


④ 4号錨四爪鉄錨（図3-6、3-7、写真3-4）



図3-6：4号錨平面図

4号錨は、シャंकの長さが、約1.2mで、本遺跡で確認される四爪鉄錨としては、小型であり、3号錨と類似する。検出地点は、他の錨から離れた遺跡の東側に位置し、1号錨と同じように砂底海底に横たわっている。4本のアームのうち、2本が海底の砂地面に掛かり、残存長25cm程のアーム2本が露出している。露出したアームの保存状態は悪く、どちらも先端部が欠損している。



4号錨

図 3-7 : 4 号錨検出状況写真測量図

⑤ 5号錨四爪鉄錨（図3-8、3-9、写真3-5）



図3-8：5号錨平面図

5号錨は、シャングの長さが、約1.8mで、2号錨とほぼ同サイズの四爪鉄錨である。検出地点は、岩礁で、アームは珊瑚の根に掛かっている。4本のアームのうち、2本は砂底下に埋もれており、残りの2本とシャングが露出する。露出したアームの保存状態は良好で、長さ60cm程のアームがいずれも先端部までが残り、末端の反りも確認することができる。シャングとアームの付け根にあたる基部からシャングの中央部まで珊瑚に覆われ、その形状は確認できないが、断面は方形と認められる。シャングの端部にアームリングは残っていないが、露出した端部の形状はリング状である。

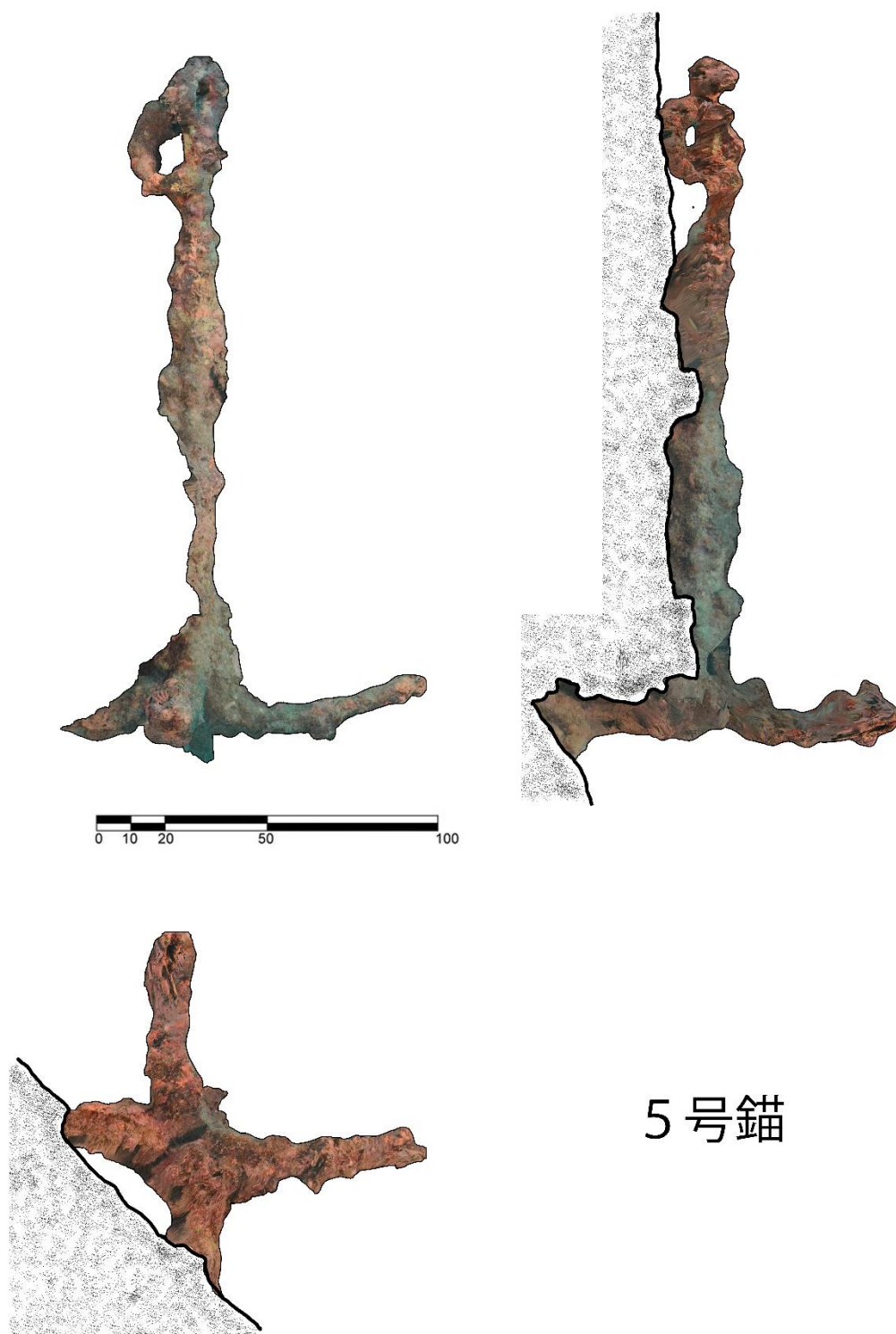


図 3-9 : 4 号錨検出状況写真測量図



⑥ 6号錨四爪鉄錨（図3-10、3-11、写真3-6）

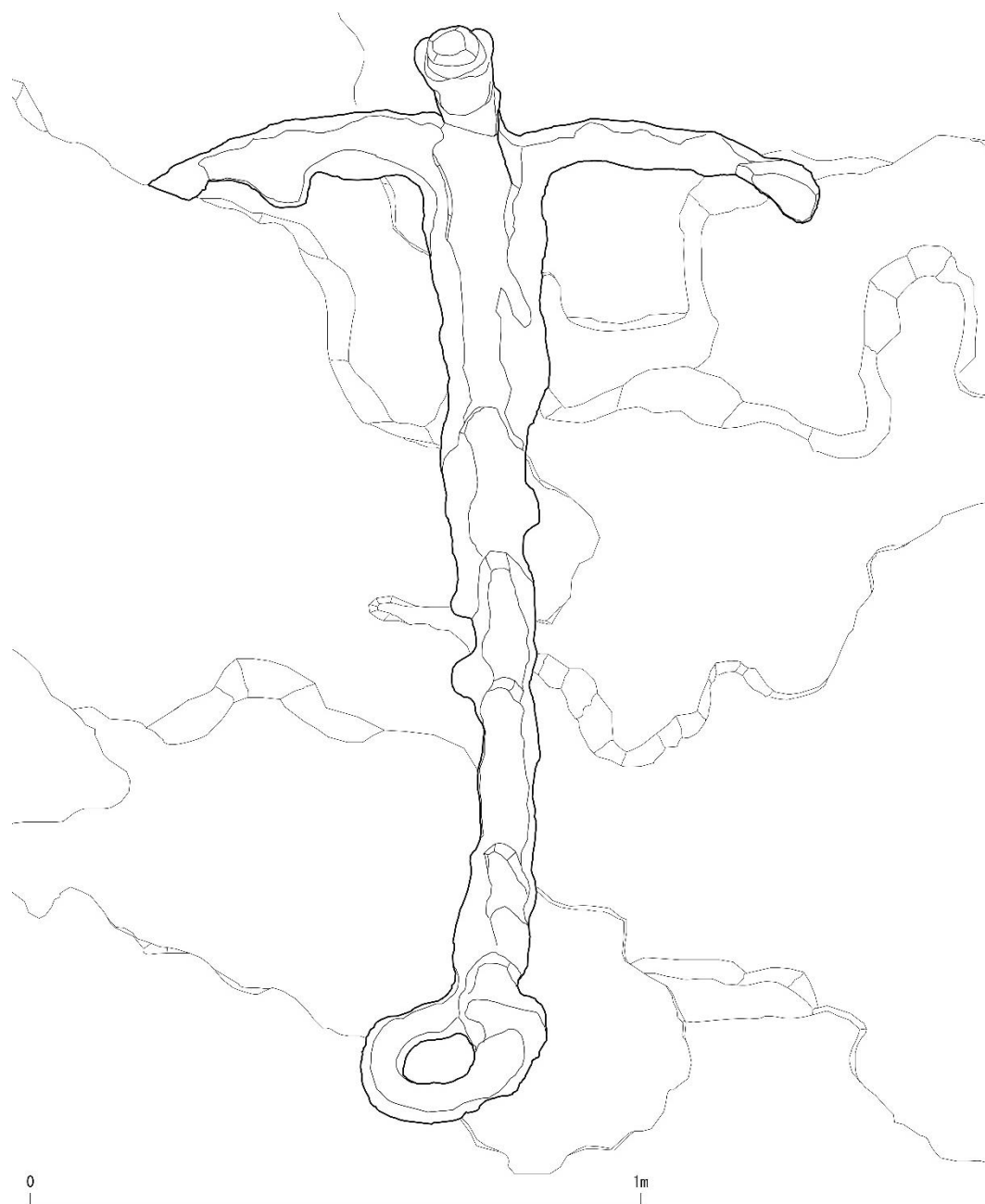


図3-10：6号錨平面図

6号錨は、シャंकの長さが、約1.5mの四爪鉄錨である。検出地点は、珊瑚斜面で、海底面の砂地には接地していない。4本のアームうち、3本が珊瑚に掛かっており、残存長約40cmのアーム1本が完全に露出している。珊瑚に掛かっている2本のアームは、海底面に並行しており、残りの1本は、珊瑚の中に埋もれているようであるが、目視では確認できない。露出したアームの保存状態は悪く、先端部が折れている。シャंकは、基部から端部までが完全に露出している。その端部にはアームリングが残っている。アームリングの保存状態は、本遺跡で確認される四爪鉄錨のなかで最も良好で、直径が30cm程である。



6号錨

図 3-11 : 6 号錨検出状況写真測量図

⑦ 7号錨四爪鉄錨（図3-12、3-13、写真3-7）

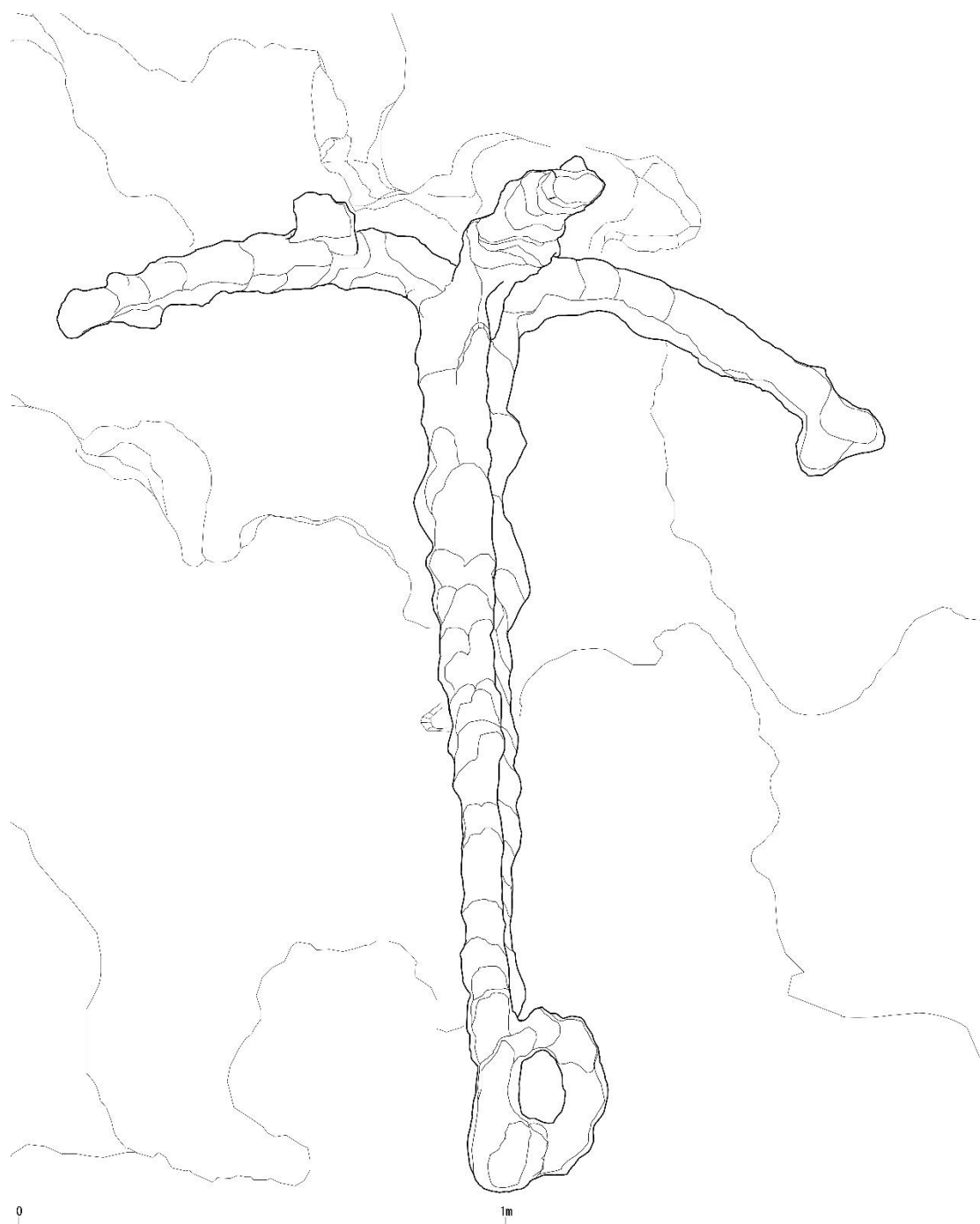
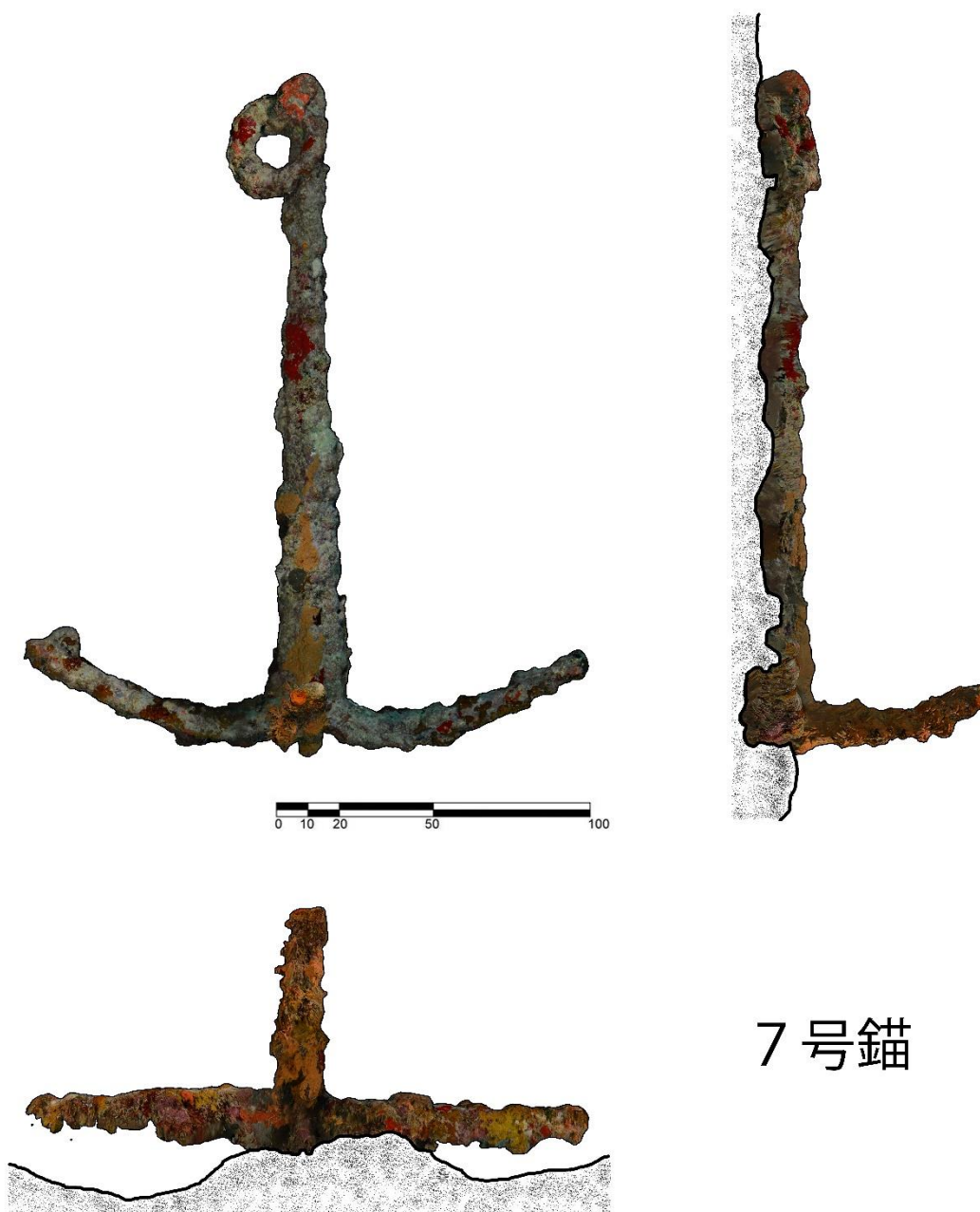


図3-12：7号錨平面図

7号錨は、シャンクの長さが約1.8mで、2号錨と5号錨とほぼ同サイズの四爪鉄錨である。検出地点は、珊瑚の根と海底砂地面の境界で、珊瑚岩にアームがかかっている状態である。4本のアームのうち、3本のアームが露出している。長さ約70-80cm程のアームの保存状態は良好で、いずれも先端部までが残り、末端部の反りも確認できる。残りの1本は、珊瑚の中に埋もれているようであるが、目視では確認できない。



7 号 錨

図 3-13 : 4 号錨検出状況写真測量図



⑧ 8号錨四爪鉄錨（図3-14、写真3-8）



図3-14：8号錨平面図

8号錨は、大型の四爪鉄錨である。検出地点は、珊瑚岩礁の海底で、シャंकとアームの大半部が珊瑚岩に覆われている。4本のアームのうち、長さ約55cmのアーム1本のみが海底から直立して露出した状態で確認される。また、もう1本のアームが、海底面に並行で砂底下に埋もれている。シャंकの端部が砂底下に埋没しており、アームリングの形状が若干確認できる。アームの長さから2m前後の大型の錨と推測される。

⑨ 陶器壺集積（図 3-15）

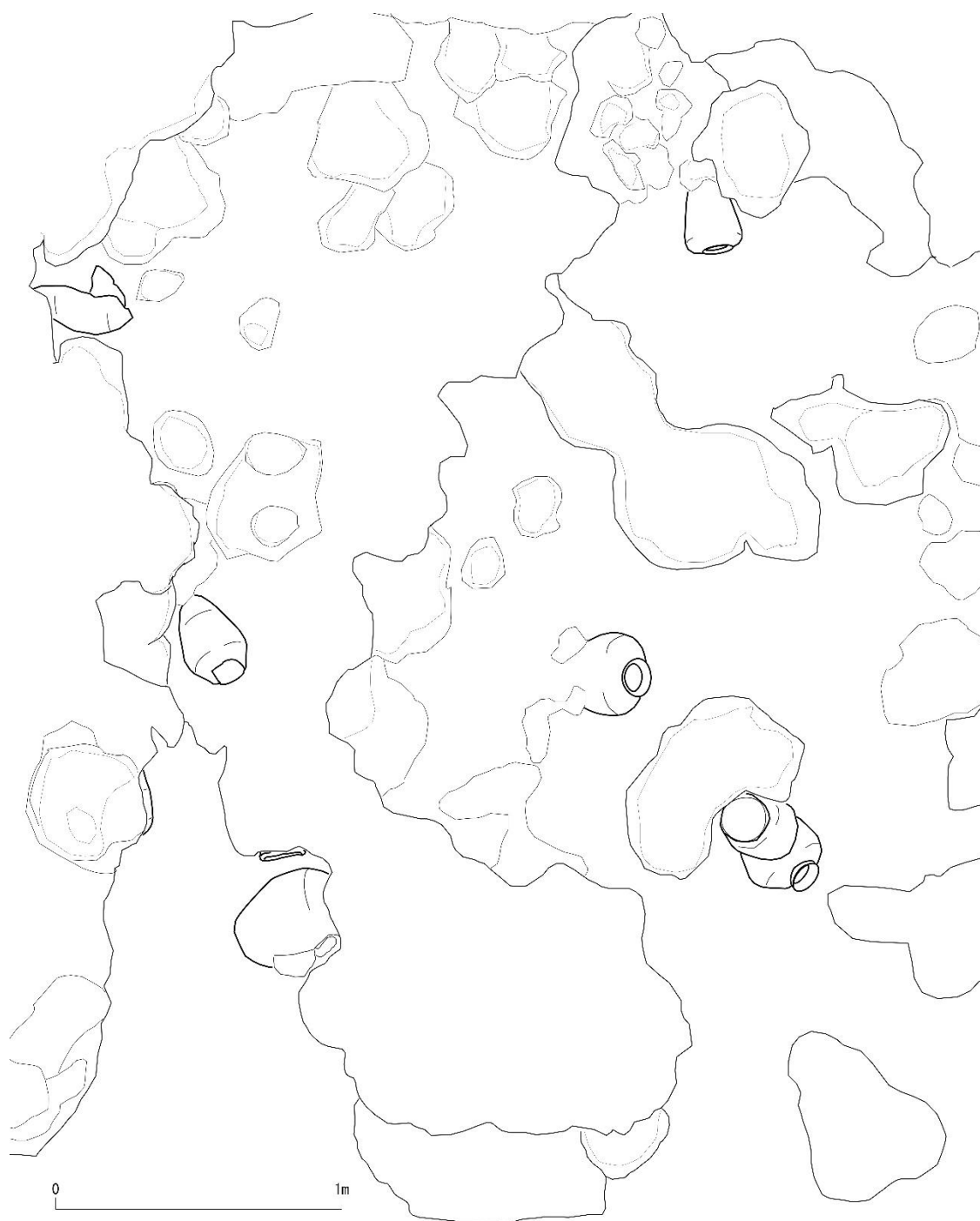


図 3-15 : 壺屋焼集積平面図

沖縄本島産の壺屋焼の集積が、水深約 20m の 1-3 号四爪鉄錨が集中する海底付近で確認されている。これらの陶器壺は、目視確認できたもので合計 13 点になる。うち 4 点は、胴部が砂底下に埋没しており、砂の動きで視認が難しい。その大半は高さ 80cm 前後の大型壺で占められるが、高さ 40cm 前後の小型壺も確認されている。壺表面は珊瑚や海藻類などの海生付着物に覆われているが、保存状態が良好で、大半は完形を保っている。一方で、壺は乱雑な状態で集積しており、整然と海底面に残存してはいない。

### 3-4. 結論

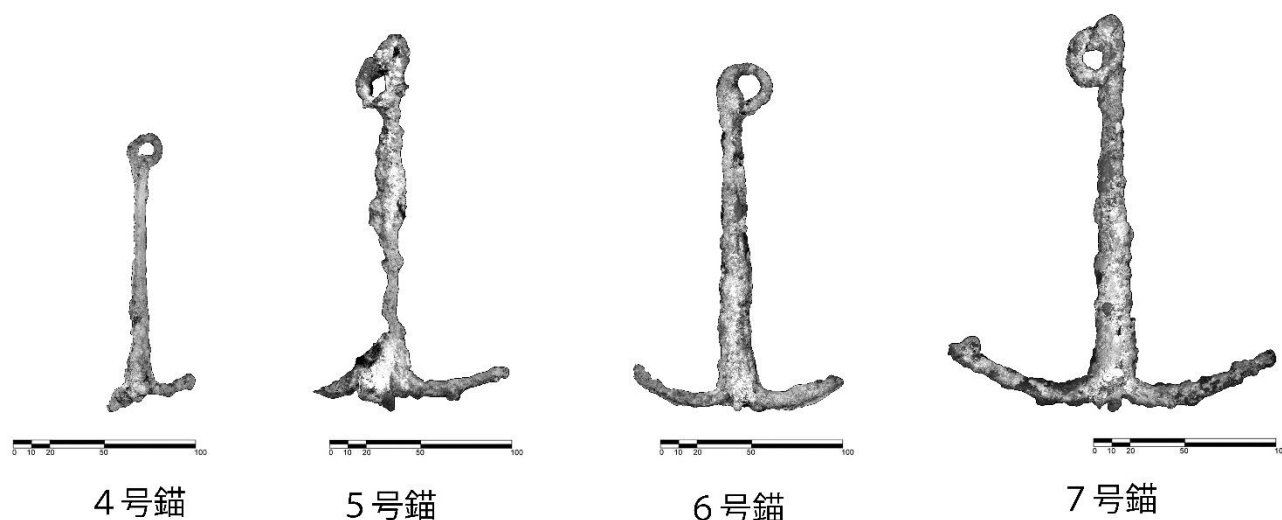


図 3-16 : 4-7 号鉄錨写真測量比較図

屋良部海底遺跡の鉄錨は、平均して 20m 以上の深度に位置し、7 号錨で水深が 30m 以上となり、潜水調査時間は限定されたものとなる。後述するように酸素比率を増やしたエンリッチドエアナイトロックス(Enriched Air Nitrox)ガスを使用することによって当該深度での安全潜水時間を若干長く確保することができるが、作業時間としては十分でない。水中写真データを使用した写真測量は、このような環境下や調査条件では、有効な調査手段である。

一方で、写真測量は、図面作成の補完手段として認識することの必要性も認められる。本プロジェクトでは、グリッド枠を使用しての実測を実施し、調査者は、鉄錨の形状や遺存状態を記録したうえで、写真測量を実施した。また、壺集積地については、遺物番号を附すラベリング作業を実施して、壺集積の検出状況の記録作業をおこなった。これらの作業から得られた記録データは、写真測量データの処理と、それらデータから図面を作成するうえで、不可欠であった。

図 3-16 は、海底で原位置保存される 4-7 号鉄錨の写真測量データを同縮尺で抽出した比較図である。屋良部海底遺跡で検出された鉄錨は、法量によって大まかに 2m 前後の大型の錨と小型の錨に類型される。また、アンカーリングが確認される錨とされない錨がある。検出された全ての錨の表面は、海生生物に覆われて、胴部のシャンクには珊瑚が発達しており、引き揚げ等は困難な状況にある。引き揚げが困難な状況で、今後の再調査の必要性や錨の保全を考えた場合に、現況を写真測量によって記録保存した意義は少なくない。国内では、事例の少ない水中写真測量による調査方法とその成果を報告した。

【引用・参考文献】

- 小野林太郎・片桐千亜紀・坂上憲光・菅浩伸・宮城弘樹・山本祐司 2013 「八重山における水中文化遺産の現状と将来－石垣島・屋良部沖海底遺跡を中心に－」『石垣市立 八重山博物館紀要』第 22 号 石垣市立八重山博物館
- 片桐千亜紀（編）2010 『沿岸地域遺跡分布調査概報（Ⅲ）～遺跡地図・概要編～』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第五五集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 片桐千亜紀 2011 「南西諸島で確認される鉄錨」アジア水中考古学研究編『海の文化遺産総合調査報告書－南西諸島－』pp、 126-130.
- Ono, R, C. Katagiri, H. Kan, N. Nagano Y. Nakanishi, Y. Yamamoto, F. Takemura and M. Sakagami 2016  
Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritages in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45.1: 75-91.



## 第4章 マルチビームソナーによる屋良部海底地形の解析

### 4-1. 浅海底のマルチビーム測深

琉球列島ではじめての四爪鉄錨や沖縄県産陶器壺が発見された石垣島西岸の屋良部沖は、近世期に港として利用されていたことが古文書の記録に残されている（Katagiri et al. 2014、 Ono et al. 2014、 Ono et al. 2016）。石垣島西海岸の外海に面したこの場所（図 4-1 左）が、港として利用された可能性の検証を海底地形計測の点から明らかにする。

陸上の遺跡調査は詳細な地形図を基に遺物の分布図を作成するのが常であるが、海底遺跡調査では陸上のような調査を行うことができない。海底の正確な地図がないためである。水中考古学を陸上の考古学と同様のレベルで行うためには、海図や従来の海底地形図（図 4-1 右）以上の精度を持つ地形図の有効活用が望まれている。本章では、我々が屋良部沖海底遺跡で実施したマルチビームソナーによる海底地形計測から精密海底地形図の作成について記述し、それを基に明らかになった事象について述べる。

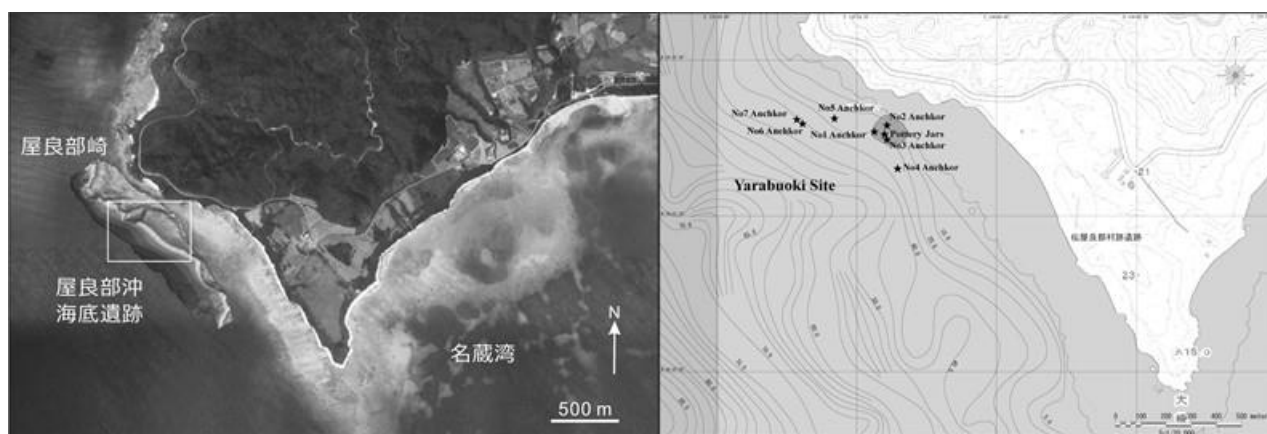


図 4-1：屋良部沖海底遺跡の位置および海底遺跡周辺の地形（左）と従来の海底地形図上にプロットした遺物の分布（右）

左の衛星写真は株式会社パスコによる（使用許諾取得）。衛星写真上にマルチビーム測深範囲およびその結果を重ね合わせて表示した。

マルチビーム測深は、指向性の強い音響ビームを船から海底に向けて放射状に発振し、船の両舷下に広がる海底地形を広く計測する装置である。船の進行とともに測線に沿った海底地形を 3 次的に計測することが可能である。測深範囲の端部を重ねながら側線を少しずつ移動させると、方形区の 3 次元海底地形モデルを作成することが出来る。

1930 年代に実用化されたシングルビーム測深機に続いて、マルチビーム測深技術は 1950 年代に開発されたが、民間および商業的利用は 1970 年代後半にはじまった（Kearns and Breman 2010、 pp.7-12）。ただし GPS が導入される以前は、測深の水平方向の精度（位置精度）における誤差が大きな測深結果しか得られなかった。1990 年代中頃に水平精度が約 3 m 以内に収まる DGPS (Differential Global Positioning System) が導入されたことに続き、1990 年代終盤に高精度の KGPS (Kinematic GPS) の導入によって水平精度が格段に向上し、現在のマルチビーム測深につながる高精度測深が可能となった。

2000 年代に入って次第に汎用化されてきたマルチビーム測深機であるが、大型船に搭載されることが多かったため、浅海域の測深は深海域に比べて遅れをとっている。浅海域、特に水深数メートル～数十メートルの外洋浅海域における広範囲のマルチビーム測深は難しい状況であった。

#### 4-2. マルチビームソナーの構成と測深方法

著者の研究グループでは、平成 22 年度科研費基盤研究(A)を用いて、2010 年 11 月にワイドバンドマルチビーム測深機 R2Sonic2022 を導入した。R2Sonic2022 は、周波数 (200～400kHz)とスワッス幅 10～160°を任意に設定可能な当時新鋭のマルチビーム測深機であり、256 本のビームを同時に海底に向けて発振する。それぞれのビームは、周波数 400kHz を使用した場合に幅 1°の分解能をもつ。同機は従来の等角度測深に加えて当密度測深が可能であり、スワッス幅周辺部でも高い解像度を確保するものである。

屋良部沖海底遺跡を含む石垣島周辺海域の測深は 2011 年 8 月に実施した。測深は、R2Sonic2022 本体と周辺センサ(GPS、モーションセンサ等)を組み合わせた以下のシステムにて実施した。R2Sonic2022 の発振周波数は 400kHz を用いた。GPS は Hemisphere 社製 VS111 GPS Compass に A30(主)、A20(副)の 2 台のアンテナを 1.0m 間隔で配置し DGPS で測位した。この場合の位置精度は 0.6m 以下、方位精度は 0.15°以下である。船の動揺を補正するモーションセンサには Teledyne TSS 社製 Dynamic Motion Sensor DMS-10 を使用した。DMS-10 のダイナミック精度は Roll、Pitch = 0.07°Heave = 5cm である。測深機 R2Sonic2022 単体でのレンジ分解能(鉛直方向の分解能)は 1.25 cm、水平方向分解能は 1×1°である。測深に関しては周辺センサの精度が関わってくるため、測深システム全体の鉛直方向の精度は 5～10cm 程度と見積もられる。

測深データの収録・データ処理ソフトウェアには統合型水路測量ソフトウェア HYPACK を用いた。測深時にはリアルタイムで海水面付近の音速度を計測するとともに、投下式音速度計にて深度方向の音速度プロファイルを作成し、測深結果の音速度補正に用いた。潮位補正は、石垣港における海上保安庁リアルタイム検潮データを用いて行った。得られた測深値は、水深(潮高基準面を 0 とする値)で表した。座標系は平面直角座標系の系番号 16 (JGD2000 Japan Plane Rectangular CS XVI)を用いた。

サンゴ礁のような浅海域で起伏の大きい地域のデータのノイズ処理にあたっては、フィルター処理を行うことによって必要な地形まで削除されてしまう恐れがある。このため後処理過程でフィルター処理は実施せず、ビーム(断面)を 20 本ずつ表示し、地形のパターンと連続性を判断しながら手作業でノイズを削除した。ノイズ除去後の地形データは、xyz データとして保存し、3D ビジュアライゼーションソフトウェア QPS Fledermaus を使用して 3 次元地形として表示させた。以上により、屋良部沖海底遺跡の測深海域、幅 1.3 km、岸沖方向 0.4 km、水深 0.5～51.2 m について、1mメッシュで可視化した。

#### 4-3. 屋良部沖の海底地形における地形学的特徴

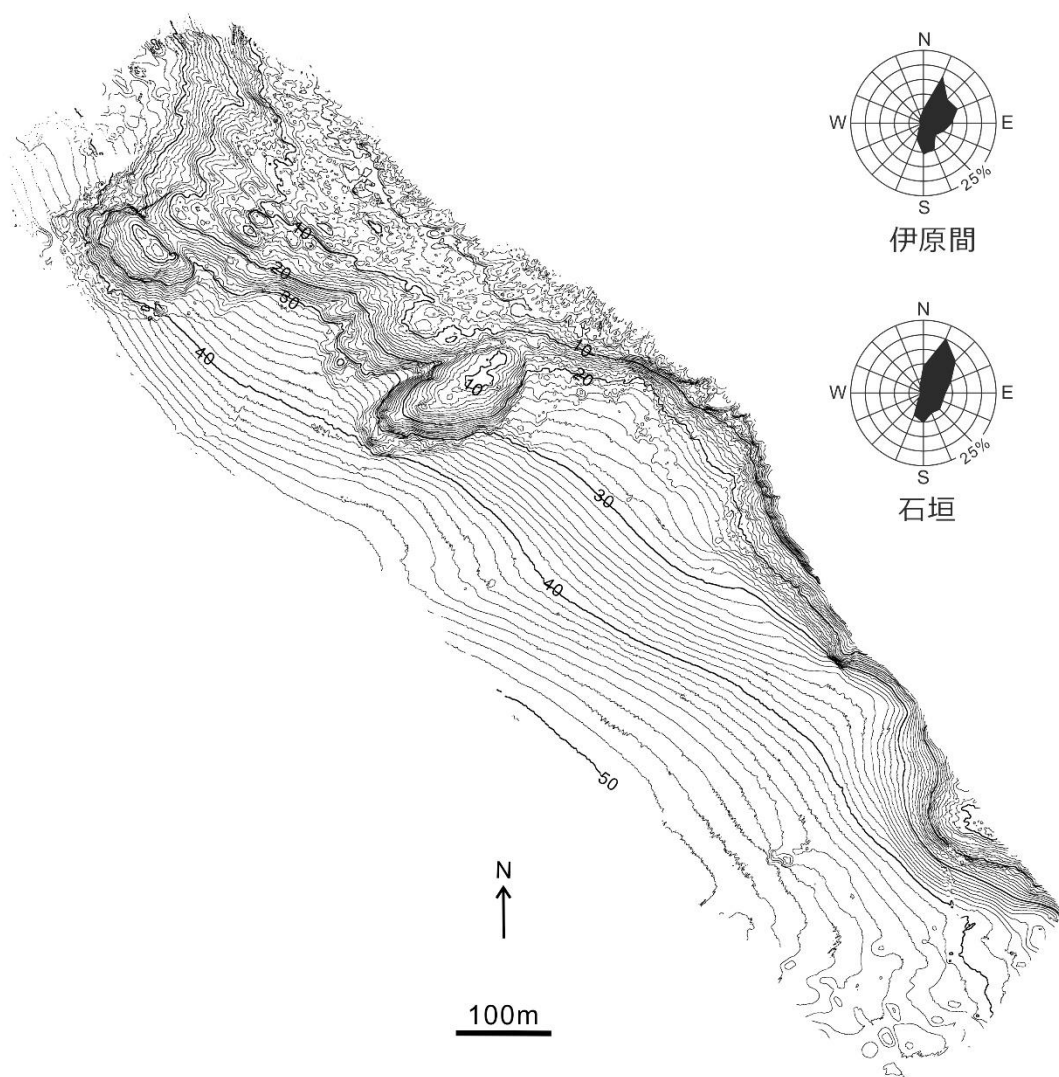


図 4-2：マルチビーム測深結果を基に作成した屋良部沖の海底地形図と石垣島の風配図

海底地形図の等深線は 1m 間隔。風配図は石垣および伊原間における 1991～2000 年の風向記録を基にまとめたもの（Kan et al. 2015 による）。

マルチビーム測深によって作成した 1m メッシュの精密海底地形図を基に、水深 1m 毎の等深線を描いた海底地形図を図 4-2 に示す。屋良部崎沖の海底地形は、屋良部崎の西側に突き出す小起伏緩斜面と、屋良部崎南西側の湾入部から構成されている。

前者の小起伏緩斜面は水深 4～10m の緩斜面が幅 150m 程度広がり、緩斜面西方沖にて水深 35～45m に達する急斜面に至る。急斜面の沖側は堆積物に覆われた平滑な緩斜面（傾斜約  $5^{\circ}$ ）にて水深を増す。屋良部崎西海岸は、始新世の火山岩である野底層で構成される。野底層は細粒～粗粒の成層する凝灰岩と、安山岩を主体とする礫を含む凝灰角礫岩からなり、安山岩及び流紋岩～デイサイトの溶岩を伴う（Foster 1965、中江ほか 2009）。屋良部崎西方沖の海底には、海岸線と平行な北西－南東方向の構造が認められ

るが、これは野底層の構造を反映しているものとみられ、この小起伏緩斜面は海食面であると推定できる。一方、海岸沿いにはこれと直行する細かな切れ込みが認められる。これはサンゴ礁縁部で特徴的な縁脚縁溝系の地形とみられる。

一方、屋良部崎南西側にみられる湾入部では、屋良部崎西側にみられた海食面は認められず、礁縁部の縁脚縁溝系の直下から水深 15～20mに達する急崖が認められる。急崖より沖側は堆積物に覆われた平滑な緩斜面（傾斜約 5～10°）となる。

屋良部崎西側の小起伏緩斜面と屋良部崎南西側の湾入部の間には、北東－南西方向に延びる長径 180m 短径 90m で頂部水深 9m の岩礁「隠れ根」が存在する。「隠れ根」の東端は幅 20m 程度の鞍部を隔てて陸側の小起伏緩斜面と接し、西端は水深 40m にて沖側の堆積物に覆われた平滑な緩斜面に至る。この地形上には造礁サンゴの生長がみられ、地形を構成する岩石も礁石灰岩である。しかし「隠れ根」頂部の一部では 2m 程度突出した非石灰岩の地形がみられる（写真 4-1）。このことから、この「隠れ根」は屋良部崎西部を構成する野底層が突出した上に、サンゴ礁が付加生長して形成された地形と考えられる。

#### 4-4. 屋良部沖海底遺跡の立地上の特徴

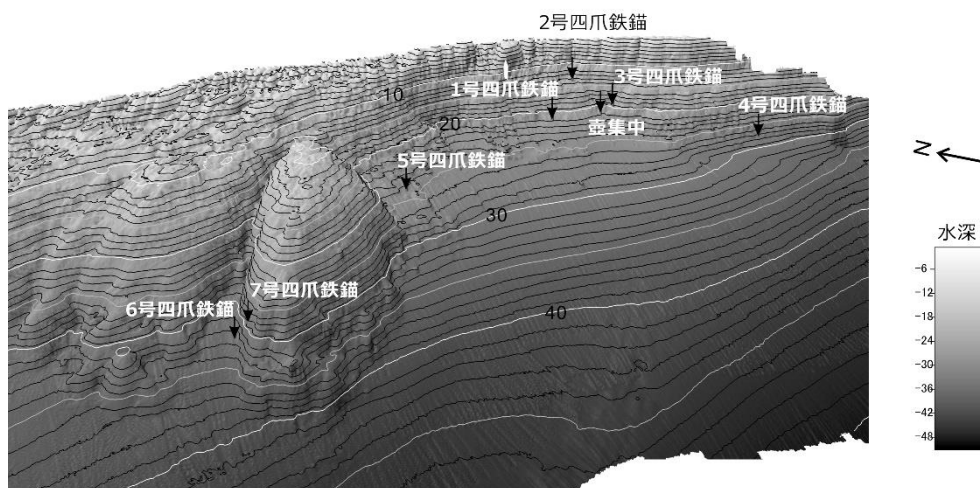


図 4-3：屋良部沖海底遺跡の 3 次元海底地形図上に表した遺物の分布

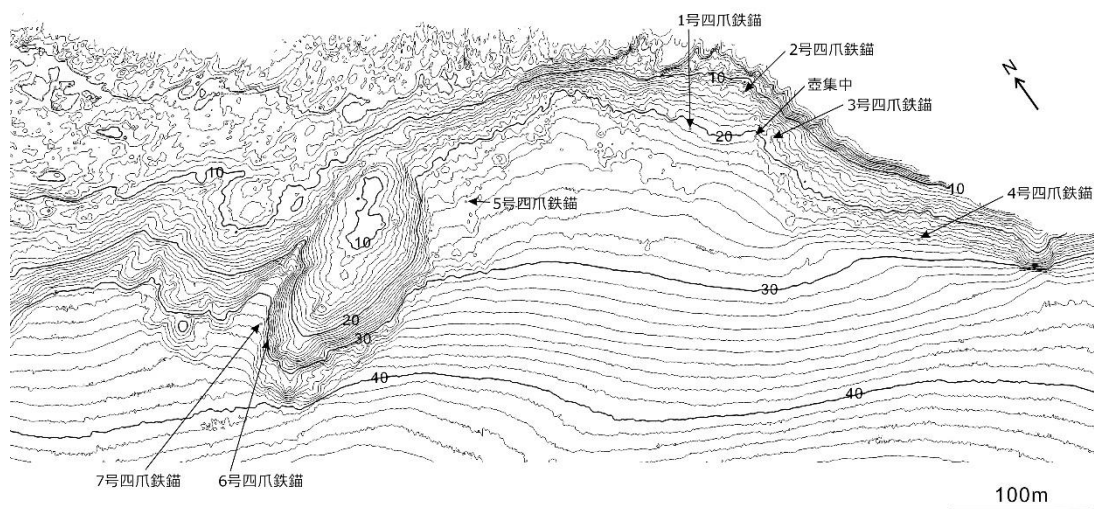


図 4-4：屋良部沖海底遺跡の等深線図上に表した遺物の分布

図 4-2 右側のレーダーチャートは、石垣島における風向分布について、島内 2 カ所の観測所（石垣および伊原間）における 1991～2000 年の風向記録を基にまとめた風配図（Kan et al. 2015）である。季節風の逆転がみられる琉球列島では、冬季は北～北東、下記は南寄りの風が卓越するが、石垣島の風配図でも北北東および南の風が多く、東海岸の伊原間では東寄りの風も多い。いずれの観測所においても西寄りの風向はほとんど認められない。西海岸に位置する屋良部沖は直接の風を避けられることと、風下側にあたるため投錨時に船が岸側に流されにくいことが、風待ちの港として利用された理由の 1 つであろう。

本研究のマルチビーム測深によって、従来の海底地形図に現れていなかった海底の「隠れ根」の存在が明らかになった。古文書では、「屋良部崎沖には隠干瀬があり、錨縄もすり切れる」との記載が残されている（Ono et al. 2016）。「隠れ根」上部は造礁サンゴが生長していることから、サンゴあるいは礁性石灰岩によってアンカーロープがすり切れることがあったとみられる。「隠れ根」北西側には、2 本の四爪鉄錨（6 号および 7 号）が残されており（図 4-3、図 4-4）、古文書の記載を裏付けている。

屋良部崎南西部には、この「隠れ根」の存在によって波浪から守られる湾入した海底地形が形成されており、そこに多くの四爪鉄錨や壺屋焼の壺類が集中している。特に 1～3 号四爪鉄錨および壺が集中して残されているエリアからは船釘も発見されており、その周辺で船が沈没したことが推定される。このエリアの岸側には水深 2m～20m に達する急崖があり、岸壁として利用するに適していたことが推定できる。また、この海面下の急崖は近傍の海岸から距離にしてわずか 200m の位置にある（図 4-1 左）。幅 500m～1km 程度のサンゴ礁が発達する海岸が多い石垣島にあって、屋良部崎周辺はサンゴ礁の幅が約 200～300m 程度と狭い。このことも港としての利便性を高めたものと推定できる。

以上のように、屋良部沖海域は風待ちの港として適した場所であり、その結果遺物が大量に残されたとみられる。

#### 4-5. 結論

本研究では、マルチビーム測深によって 1m メッシュの精密海底地形図を作成した結果、屋良部沖海底遺跡の遺物について正確な分布図を作成することが出来た。これによって高精度で水中文化遺産の全体像を把握することができた。その結果、古文書に記載されている海底の「隠れ根」が発見され、そこに四爪鉄錨が残されていることが明らかになった。さらに屋良部沖は、港としての利用に適した以下の条件を備えた海域であったことが明らかになった。

（1）海上からみると一見単調に見える海岸であるが、「隠れ根」の存在によって風下に位置し波浪から守られた湾入部が形成されていること。

（2）港の中心部とみられる壺が集中する海域は、岸側に水深 2m～20m に達する急崖が存在し、岸壁としての利用に適していること。

（3）屋良部崎南西側の海岸ではサンゴ礁の幅が狭いため、海底の岸壁状地形が海岸からわずか 200m の距離にあり、港としての利便性が確保されていること。



## 【謝辞】

屋良部沖海底遺跡のマルチビームソナーによる海底地形計測およびその解釈は、以下の科研費における研究成果の一部である。平成 22～24 年度科研費・基盤研究(A) 課題番号：22240084「沿岸防災基盤としてのサンゴ礁地形とその構造に関する研究」(研究代表者：菅 浩伸)、平成 25～27 年度科研費・基盤研究(A) 課題番号：25242026「マルチビーム測深技術を用いた浅海底地形学の開拓と防災・環境科学への応用」(研究代表者：菅 浩伸)、および 平成 H28～32 年度科研費・基盤研究(S) 課題番号：16H06309「浅海底地形学を基にした沿岸域の先進的学際研究 ―三次元海底地形で開くパラダイム―」(研究代表者：菅 浩伸)。マルチビーム測深調査にあたっては、上原 稔船長、屋良部 立氏(故人)にご協力をいただいた。また、マルチビームのデータ処理は大橋倫也氏に担当していただいた。潜水調査では藤井成児氏、片桐千亜紀氏、中西裕見子氏、山本祐司氏、林原利明氏にご協力いただいた。記して感謝申し上げます。

## 【引用・参考文献】

- 中江 訓・長森英明・宮崎一博・駒澤正夫 2009『20 万分の一地質図幅「石垣島」』産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- Foster, H.L. 1965. Geology of Ishigaki-shima Ryukyu-retto. U.S. Geological Survey Professional Paper 339-A, pp. 1-119.
- Kan, H., Urata, K., Nagao, M., Hori, N., Fujita, K., Yokoyama, Y., Nakashima, Y., Ohashi, T., Goto, K., Suzuki, A. 2015. Submerged karst landforms observed by multibeam bathymetric survey in Nagura Bay, Ishigaki Island, southwestern Japan. *Geomorphology* 229, pp. 112-124.
- Katagiri C., Yamamoto Y., Nakanishi Y. 2014. Distributional Survey of Underwater Cultural Heritage and its Experimental Presentation in the Ryukyu Archipelago. *Proceedings of the 2nd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage* 2, pp. 655-668.
- Kearns, T.A., Breman, J. 2010. Bathymetry – the art and science of seafloor modeling for modern applications. In *Ocean Globe*, edited by J. Breman, pp. 1-36. ESRI Press Academic, Redlands, California.
- Ono, R., Kan, H., Sakagami, N., Nagao, M., Katagiri, C. 2014. First Discovery and Mapping of Early Modern Grapnel Anchors in Ishigaki Island and Cultural Resource Management of Underwater Cultural Heritage in Okinawa. *Proceedings of the 2nd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage* 2, pp. 683-696.
- Ono, R., Katagiri, C., Kan, H., Nagao, M., Nakanishi, Y., Yamamoto, Y., Takemura, F., Sakagami, N. 2016. Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritages in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45, pp. 75-91.

## 第5章 屋良部海底遺跡潜水調査の安全管理

屋良部海底遺跡は、水深が 20m を超える海底に位置しており、同水中遺跡の調査においては、教員・学生ほか、調査主体である大学外から複数の組織の関係者が参加した。さらに、本調査は、水中遺跡調査潜水において有資格者による EAN（Enriched Air Nitrox、エンリッチドナイトロックス）と呼ばれる混合ガスを本格的に使用した調査を行った。以下では潜水時の安全管理法検討の一環として、内部規定と確認書の作成、潜水管理表の記載、従来の圧縮空気使用時と EAN ガス使用時の各潜水状況を報告する。

### 5-1. 水中遺跡調査の参加条件の設定

今回の水中遺跡調査に参加するにあたって、特に条件等の規定がなかったため、「内部規定」の作成と参加に際して記載を義務付けた「確認書」を作成した。

#### (1) 内部規定：

- ・潜水土免許の取得
- ・健康診断の受診（異常なしの確認）
- ・ダイビング認定講習の受講
- ・任意のダイビング指導団体が認定するアドバンスオープンウォーター取得後 20 本以上の潜水経験
- ・上記の内で 1 つでも欠格がある場合は、ダイビングインストラクターが随行する
- ・バディ（コンビ）潜水

#### (2) 確認書の記載

調査や作業（学生が行う研究を含む）は水中における「業務」と見なされるため、このような措置は必要であると考えられ、見学ダイバーを除く全ての潜水者に適応をした。これは、労働安全衛生法第二十条九号に規定されている「潜水器を用い、かつ、空気圧縮機若しくは手押しポンプによる送気又はボンベからの給気を受けて、水中において行う業務」には潜水土免許を取得していることが前提にあり、同法令第六十一条に就業制限で規定されていることに基づくからである。また、高気圧作業安全衛生規則第十二条に事業者は、潜水土免許を受けたものでなければ、潜水業務につかせてはならない、とある。確認書については、学生の見学ダイバーにも記載を義務付けた（表 5-1）。

件 名：八重山水中文化遺産プロジェクト 2015

調査名：屋良部沖海底遺跡調査

私 〃 は、ダイビングを伴う水中調査が、大きな危険（死亡や重大な障害含む）を内包した潜水作業であり、また、安全を確保する技術や設備が完全ではないことを良く認識しています。

また、私 〃 の無謀な行動が、他の参加者を大きな危険に遭わせる可能性があることも認識しています。

よって、 〃 に参加するにあたり、私 〃 は、別紙の計画書を熟読し、行われる調査内容ならびに計画を把握し、確認したことを署名または捺印によって証明いたします。

更に、インストラクターならびに監督者の指示を尊重し、事故が発生しないように最大限の努力を払うとともに、自分とパートナーなどの安全確保について十二分に留意して、に参加することを誓約します。

尚、潜水調査当日に体調が悪い場合は、インストラクターまたは監督者に必ず申し出て、無理に潜水しない事を誓います。

〈確認事項〉

今年度、健康診断を受診して、体調に問題ない事を確認していますか（Yes or No）

本調査参加にあたり、体調は万全ですか（Yes or No）

ー緊急連絡先ー

住所：

フリガナ

電話番号： 氏 名： （続柄： ）

2015 年 11 月 日

氏名（自署） 印（又はサイン）

保護者氏名 印（又はサイン）

\* 未成年者は保護者の同意を明らかにするため、印又はサインが必要です。

次に、潜水調査や作業を行う場合、減圧症を回避するため、一般的には潜水作業マニュアル「Ver.1」（一般社団法人日本潜水協会 2015）に記載されている標準空気減圧表（NSK-N1-24、表 5-2）を用いて潜水時間が決められ、厳守される。本水中遺跡の潜水調査時間は、この表を参照して決定した。潜水によって取り込まれる窒素量は、水深および潜水時間から算出されている。ただしこの場合、呼吸用の気体は圧縮空気であり、浮上速度は法令によって毎分 10m 以下と定められている。

表 5-2 を参考に、屋良部海底遺跡の 1 号錨の調査を行った水深 (21m、満潮時 24m) で 25 分の潜水を 1 回行う場合を見てみる。無減圧潜水を前提としているので、浮上停止時間はなく、浮上時間の合計は、切り上げ表記されているので 3 分となる。その時の繰り返し潜水グループ記号は E となる。次に、表 5-3 (NSK-R1) の繰り返し潜水表の繰り返しグループ記号 E の欄を見て右に辿る。各待機時間 (水面休息時間) は、2 時間以上を目安にしているので、2:00→2:59 の欄を下に辿り、E 欄との交点である 1.3 を導き出す。この表は、2.0 を上限とした、体内の窒素量を係数化したもので、2 時間の待機時間によって、体内の窒素量が 1.9 から 1.3 に下がったことが分かる。

表 5-3：標準空気減圧表 NSK-R1

| NSK-R1            |                                       | 繰り返し潜水表 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |     |
|-------------------|---------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|
| 繰り返し潜水ファクターと待機時間表 |                                       |         |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |     |
| 繰り返し潜水グループ記号 (RG) | 各待機時間 (SI) (時:分) における繰り返し潜水ファクター (RF) |         |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |     |
|                   | 0:00                                  | 0:15    | 0:30 | 1:00 | 1:30 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 6:00 | 9:00  | 12:00 | 14:00 |     |
|                   | ↓                                     | ↓       | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓     | ↓     | ↓     | ↓   |
|                   | 0:14                                  | 0:29    | 0:59 | 1:29 | 1:59 | 2:59 | 3:59 | 5:59 | 8:59 | 11:59 | 13:59 | ∞     |     |
| 記号                | 0014                                  | 0029    | 0059 | 0089 | 0119 | 0179 | 0239 | 0299 | 0539 | 0719  | 0839  | 9999  |     |
| A                 |                                       | 1.4     | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1   | 1.1   | 1.1   | 1.0 |
| B                 |                                       | 1.5     | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| C                 |                                       | 1.6     | 1.4  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| D                 |                                       | 1.8     | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.1  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| E                 |                                       | 1.9     | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.2  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| F                 |                                       | 2.0     | 1.7  | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.2  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| G                 |                                       |         | 1.9  | 1.7  | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.2  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| H                 |                                       |         |      | 1.9  | 1.7  | 1.6  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| I                 |                                       |         |      | 2.0  | 1.8  | 1.7  | 1.5  | 1.4  | 1.3  | 1.1   | 1.1   | 1.1   |     |
| J                 |                                       |         |      |      | 1.9  | 1.8  | 1.6  | 1.5  | 1.3  | 1.2   | 1.1   | 1.1   |     |
| K                 |                                       |         |      |      | 2.0  | 1.9  | 1.7  | 1.5  | 1.3  | 1.2   | 1.1   | 1.1   |     |
| L                 |                                       |         |      |      |      | 2.0  | 1.7  | 1.6  | 1.4  | 1.2   | 1.1   | 1.1   |     |
| M                 |                                       | 連続潜水範囲  |      |      |      |      |      | 1.8  | 1.6  | 1.4   | 1.2   | 1.1   |     |
| N                 |                                       |         |      |      |      |      | 1.9  | 1.7  | 1.4  | 1.2   | 1.1   | 1.1   |     |
| O                 |                                       |         |      |      |      |      | 2.0  | 1.7  | 1.4  | 1.2   | 1.1   | 1.1   |     |

注 1)  連続潜水として扱う範囲。

この範囲に該当する場合は、繰り返し潜水ファクター (RF) を用いず、前回潜水の修正潜水時間と当該潜水の潜水時間の合計を当該潜水の新たな修正潜水時間として減圧表を用いる。

なお、前回潜水と当該潜水で潜水深度が異なる場合は、減圧表を用いて当該潜水の潜水深度で前回潜水の繰り返し潜水グループ記号 (RG) に該当する潜水時間を求め、これを前回潜水の潜水時間として、上記の計算を行う。

注 2) 待機時間が 14 時間 (840 分) 以上の場合は、繰り返し潜水ファクター (RF) を 1.0 としているが、これは、繰り返し潜水として扱わなくてよいことをあらわす。

表 5-2: 確認書標準空気減圧表 NSK-N1-24

| NSK-N1-24   |             | 標準空気減圧表              |    |    |    |    |    |     |                    |                          |                  |    |
|-------------|-------------|----------------------|----|----|----|----|----|-----|--------------------|--------------------------|------------------|----|
| 潜水深度<br>(m) | 潜水時間<br>(分) | 各深度 (m) での浮上停止時間 (分) |    |    |    |    |    |     | 浮上時間<br>合 計<br>(分) | 繰り返し潜水<br>グループ記号<br>(RG) | 初期<br>潜水<br>UPTD |    |
|             |             | 24                   | 21 | 18 | 15 | 12 | 9  | 6   |                    |                          |                  | 3  |
| 24          | 10          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 3                  | A                        | 5                |    |
|             | 15          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 3                  | C                        | 8                |    |
|             | 20          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 3                  | D                        | 10               |    |
|             | 25          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 3                  | E                        | 13               |    |
|             | 30          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 3                  | F                        | 15               |    |
|             | 40          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | -   | 9                  | G                        | 20               |    |
|             | 50          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 3   | 11                 | H                        | 25               |    |
|             | 55          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 4   | 15                 | I                        | 28               |    |
|             | 60          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 5   | 21                 | J                        | 30               |    |
|             | 65          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 6   | 25                 | J                        | 33               |    |
|             | 70          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 6   | 30                 | K                        | 36               |    |
|             | 75          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 7   | 34                 | L                        | 38               |    |
|             | 80          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 8   | 37                 | M                        | 41               |    |
|             | 85          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 10  | 42                 | 55                       | 限界潜水範囲           | 43 |
|             | 90          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 12  | 46                 | 61                       |                  | 46 |
|             | 95          | -                    | -  | -  | -  | -  | -  | 14  | 50                 | 67                       |                  | 48 |
| 100         | -           | -                    | -  | -  | -  | -  | 15 | 55  | 73                 | 51                       |                  |    |
| 110         | -           | -                    | -  | -  | -  | 1  | 20 | 64  | 88                 | 56                       |                  |    |
| 120         | -           | -                    | -  | -  | -  | 2  | 23 | 72  | 100                | 61                       |                  |    |
| 130         | -           | -                    | -  | -  | -  | 3  | 27 | 82  | 115                | 66                       |                  |    |
| 140         | -           | -                    | -  | -  | -  | 4  | 31 | 93  | 131                | 71                       |                  |    |
| 150         | -           | -                    | -  | -  | -  | 6  | 36 | 104 | 149                | 76                       |                  |    |
| 160         | -           | -                    | -  | -  | -  | 8  | 39 | 114 | 164                | 81                       |                  |    |

注1) 繰り返し潜水グループ記号(RG)の欄が限界潜水範囲に該当する場合、次の回の潜水は、待機時間が14時間以上の初期潜水としなければならない。

注2) 本表のUPTDは、初期潜水の数値で、繰り返し潜水には使用できない。

表 5-4：標準空気減圧表 NSK-R2

| NSK-R2   | 無減圧潜水繰り返し潜水表                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 潜水深度 (m) | 各繰り返し潜水ファクター (RF) で許容される無減圧潜水時間 (分) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 記号       | 1.1                                 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 9        | 272                                 | 250 | 230 | 214 | 200 | 187 | 176 | 166 | 157 | 150 | 5   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12       | 136                                 | 125 | 115 | 107 | 100 | 93  | 88  | 83  | 78  | 75  | 5   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 15       | 60                                  | 55  | 50  | 45  | 41  | 38  | 36  | 34  | 32  | 31  | 4   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18       | 40                                  | 35  | 31  | 29  | 27  | 26  | 24  | 23  | 22  | 21  | 4   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 21       | 30                                  | 25  | 21  | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  | 14  | 13  | 4   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 24       | 20                                  | 18  | 16  | 15  | 14  | 13  | 12  | 12  | 11  | 11  | 3   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 27       | 16                                  | 14  | 12  | 11  | 11  | 10  | 9   | 9   | 8   | 8   | 3   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 30       | 13                                  | 11  | 10  | 9   | 9   | 8   | 8   | 7   | 7   | 7   | 3   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 33       | 10                                  | 9   | 8   | 8   | 7   | 7   | 6   | 6   | 6   | 6   | 2   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 36       | 8                                   | 7   | 7   | 6   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   | 2   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 39       | 7                                   | 6   | 6   | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 42       | 6                                   | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   | 3   | 2   |     |     |     |     |     |     |     |     |

注 1) 本表の許容される無減圧潜水時間は、実潜水時間に対して適用される。  
注 2) 連続潜水、マルチレベル潜水において無減圧となった場合は、潜水時間によらず本表の深度 3m での浮上停止時間を設定することが望ましい。

| NSK-N1-99   |             | 標準空気減圧表              |    |    |    |    |   |   |   |                   |                          |                  |
|-------------|-------------|----------------------|----|----|----|----|---|---|---|-------------------|--------------------------|------------------|
| 潜水深度<br>(m) | 潜水時間<br>(分) | 各深度 (m) での浮上停止時間 (分) |    |    |    |    |   |   |   | 浮上時間<br>合計<br>(分) | 繰り返し潜水<br>グループ記号<br>(RG) | 初期<br>潜水<br>UPTD |
|             |             | 24                   | 21 | 18 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 |                   |                          |                  |
| 99          | 999         | -                    | -  | -  | -  | -  | - | - | n | +n                | -                        | -                |

注1) n の値は無限圧潜水繰り返し潜水表 (NSK-R2) の最右列の深度別の深度 3m での浮上停止時間とする。

注2) この減圧表は、繰り返し潜水における 2 回目以降の潜水で、修正潜水時間が無減圧繰り返し潜水表の無減圧潜水時間よりも大きいにもかかわらず、適用する減圧表が無減圧となっている場合に、本減圧表と浮上停止時間だけを置き換えるものである。

注3) 繰り返し潜水グループ記号は、置き換える前の減圧表にしたがう。

注4) 浮上時間合計は、置き換える前の減圧表の浮上時間合計に n 分加えたものとする。

更に、導き出された 1.3 の数値の使い方であるが、下記の無減圧潜水繰り返し潜水表である表 5-3 (NSK-R2) にある深度と数値の交点がある水深における減圧を必要としない潜水時間になる。例えば、同じ水深に繰り返し潜る場合は、16 分が無減圧潜水の範囲内となる。この 16 分を超えて潜水を行う場合は、減圧停止を指定された水深で、安全なレベルまで窒素を排出してから水面に戻ることになる。減圧停止時間は、超過する時間が多くなるに従って増加し、更には、指定された水深箇所も増えてゆくため、減圧を予定していない状態で水底に滞在すると、空気が無くなることが予測される。以上のように、減圧症を防ぐために NSK-N1-24 および R1、R2 により潜水時間、水面休息時間、浮上の際の停止水深、停止時間が決められているのである。上記の事を踏まえて、最大水深を 24m として、上記の表から潜水可能時間を算出し、2 回目の潜水や 3 回目の潜水においては、減圧停止を行うことを予測した潜水計画を立て、その記録を行った。

## 5-2. 潜水調査と作業の管理

水中考古学調査では、潜水時間と推定での作業可能時間を把握したうえで、全体の計画を立案することが望ましい。水深 24m (絶対気圧=3.4ATA) の水中環境で、軽作業(調査作業)をしている場合の空気消費量の目安は、 $18\text{l}/\text{分} \times 3.4\text{ATA} = \text{約 } 62\text{l}/\text{分}$ となる。この潜水調査では、10ℓタンクを使用したのので、平均で 19.8 メガパスカル (200kg/cm<sup>2</sup>) の圧力で充填された状態では、約 2,000ℓの空気を消費することができる。安全のため、5 メガパスカル (約 500ℓ) を残した状態で出水することを前提とすると  $1,500\text{l} \div 62\text{l}/\text{分} = 24$  分が、潜水可能な時間として導き出される。各調査者は、このようにして、水中調査の時間を事前に路木出して、NSK-N1-24 の表から、1 回目の無減圧潜水時間は 25 分だったので、この潜水時間内であれば、減圧 (のリスクに) に対しても、空気消費量 (エアー切れ) に対しても問題の無い数値である事が分かる。

本潜水調査では、下記のように潜水時間と残圧を記録して、ダイバーの空気消費を把握し、潜水の状況をモニタリングした。また、記録することで、安全な潜水を意識させ、空気が水中で無くなる事 (エアー切れ) の予防を喚起した。以下は、記録の一例は、潜水開始時間、潜水終了時間、開始時残圧 (kg/m<sup>2</sup>)、終了時残圧 (kg/m<sup>2</sup>) である。大まかな空気消費量は、簡単な計算で算出することが可能で、その数値を目安に、個人のダイビングスキルや傾向が確認できる。

表 5-4 潜水調査管理表

| 屋良部沖海底遺跡調査 潜水記録 1 (11/4) |      |       |         |       |         |
|--------------------------|------|-------|---------|-------|---------|
| No.                      | ダイバー | 1 回目  |         | 2 回目  |         |
|                          |      | in    | → out   | in    | → out   |
|                          |      | 9:55  | → 10:30 | 12:59 | → 13:36 |
| 1                        | A    | 220   | → 110   | 210   | → 80    |
| 2                        | B    | 200   | → 100   | 200   | → 50    |
| 3                        | C    | 200   | → 70    | 210   | → 40    |
| 4                        | D    | 200   | → 110   | 200   | → 50    |
| 5                        | E    | 200   | → 110   | 200   | → 60    |
| 6                        | F    | 200   | → 100   | 200   | → 30    |
| 7                        | G    | 200   | → 110   | 210   | → 100   |
| 8                        | H    | 200   | → 90    | 195   | → 20    |
|                          |      | 10:45 | → 11:46 | 13:03 | → 13:35 |
| 9                        | I    | 200   | → 40    | 200   | → 40    |
| 10                       | J    | 200   | → 60    | 200   | → 50    |
| 11                       | K    | 210   | → 140   | 200   | → 130   |
| 12                       | L    | 190   | → 70    | 200   | → 50    |



### 5-3. 結論：エンリッチドエアーナイトロックスの水中遺跡調査への導入

屋良部崎沖の海底遺跡調査では、減圧症のリスク要因として考えられる窒素の吸収を減らすために、窒素の分圧を下げ、代わりに酸素の分圧を上げたエンリッチドエアーナイトロックス（以下 EAN）32%の酸素分圧の EANx32 を使用した。このガスの使用に関しては、別途講習が必要となるため、EAN 講習の修了者のみが利用した。この混合ガスのメリットは、圧縮空気と比べて、呼吸によって体内に取り込まれる窒素量を減らし、減圧症のリスクを軽減することができる。しかしながら、この長所の一方でデメリットも存在する。それは、2 つの異なる酸素中毒が発生する可能性が高くなることである。EAN を製造する場合、選別透過方式（メンブレン方式）によって窒素を除外して分圧を下げ、酸素分圧を高める。それによって、減圧症になる可能性を低くする代わりに、酸素中毒に罹る危険性が高くなるという矛盾を抱える。よって、厳格な運用が求められる。

調査海域における EAN を使用した潜水では、EAN を使う事で、空気に比べて窒素量は 11%程度抑えられるため、減圧症に対して十分に効果があることが分かる。空気相当水深(EAD)の計算式を使って、32%の EAN ガスが空気で潜水した場合に、何 m に相当するのか試算をしてみると

$$\text{EAD (m)} = \{(1.0 - \text{FO}_2) (\text{D} + 10) / 0.79\} - 10$$

FO<sub>2</sub>: ナイトロックスの酸素濃度（分圧・ATA）

D: 潜水深度（m）

0.79: 空気中の窒素濃度（分圧・ATA）

$$(1.0 - 0.32) \times (24\text{m} + 10\text{m}) / 0.79 - 10 = \text{約 } 19\text{m}$$

となり、EAN を使用して水深 24m に潜水した場合、空気を使用しての潜水の 19m に相当することになる。この場合の潜水深度 19m は、上述の減圧表を見ることで、無減圧潜水時間ならびに、潜水時間に応じた減圧時間を含めた浮上時間を知る事ができる。これにより無減圧潜水時間は 35 分となり、空気に比べて 10 分の無減圧潜水の延長が可能となる。つまり、この EANx32 ガスを使用することで、約 3 割り増しの安全な調査時間の延長が可能になったことになる。

空気を使った潜水と比較して、EAN ガスを利用した潜水は、安全だけでなく、調査時間の延長にもメリットの高い潜水調査が可能だといえる。以上の事から、本調査海域における潜水調査には EAN ガスを利用することは安全で、効率面で適当と考えられる。一方、現状では、大学教育において EAN ガスの使用が学生に推奨されている訳ではない。EAN ガスは普及が著しいが、今後、水中遺跡調査での利用をどの程度浸透させるかは、様々な側面から検討が必要である。

#### 【引用・参考文献】

国土交通省港湾局 2015『潜水作業マニュアル Ver.1』日本潜水協会

鉄多加志 2013「浅海域での長時間潜水時における EAN ガス使用の研究」『東海大学海洋研究所研究報告』

第 34 号, pp. 53-58

中田誠 2001『ダイビングの事故・法的責任と問題』杏林書院

## 第6章 水中ロボットの遺跡公開への応用

### 6-1. 水中ロボットを利用した活動

屋良部沖の海底遺跡調査には写真 6-1 に示す遠隔操作型の ROV と呼ばれる小型かつ軽量な水中ロボット（全長約 0.7m、重量約 15kg）を利用した。この水中ロボットはゲームコントローラを使って誰でも比較的簡単に操縦でき、ロボットに取り付けられたカメラからの映像はケーブルを伝って船上モニターに映し出される。水中ロボットの特性を活かして研究調査以外にも地元高校生を対象にした水中文化遺産見学会やカメラ映像を大阪にライブ配信する文化遺産啓発イベント、一般の人達に目に触れる機会が少ない海底遺跡を 3 次元復元する試みにも利用している。以下では実施してきたそれらの詳細について報告する。

### 6-2. 遺跡調査に向けたロボット技術の開発と利用

写真 6-1 は遺跡調査に利用されてきた水中ロボットである。水中ロボットのハードウェア及びソフトウェアの大部分は東海大学海洋学部で開発され、調査目的に合わせて改良・改造を実施してきた。このロボットは一般の水中ロボットの中でも比較的小型・軽量・安価なものに分類され、運用も容易なため石垣島での調査には毎回利用されてきた。また沖縄工業高等専門学校の武村史朗准教授と共同開発された水上ロボットも水中物体の位置推定のために利用されてきた。

水中ロボットの重量は約 15kg、サイズは全長 0.7m、幅 0.55m、高さ 0.3m となっており、一人での持ち運びが可能であることや調査場所まで簡単な梱包で低コスト輸送することができる。屋良部沖海底遺跡の主な水深は 15m から 25m 程度であり、この水深に耐えうる耐圧性や耐水性を持つよう設計されている。なお、この水中ロボットの最大潜航水深の実績は 50m である。ロボットの耐圧容器には小型コンピュータやマイコンが搭載されており、動作時に必要な通信や情報処理が行われている。またロボット前方にハイビジョンカメラ 1 台が搭載され、遺跡の映像の録画が可能である。後部にはロボット全体の様子を映し出すことができる小型カメラも取り付けられている。これらのカメラ映像は光ファイバーケーブルを通して操縦者のいる船上モニターに映し出され、海底の様子を観察しながらロボットを操作することができる。操縦には市販のゲームコントローラを使用しており、考古学者や一般の人達が比較的容易に操縦することができる。次節で説明する高校生向けの水中文化遺産見学会では、高校生が短時間の練習でロボット操縦技術を習得、海底遺跡の探索を実現している。この水中ロボットには合計 4 台のスクルーが搭載され、前進・後進、左右旋回、上下運動ができる。さらにロボットの状況を把握するためのセンサも搭載されており、ロボットの深度、方位、傾き、バッテリー残量も計測でき、船上モニターに提示されている。最終年度の 2017 年には、屋良部沖海底遺跡の写真測量を実現するために複数台カメラとカメラを持つアームを搭載した。これらのカメラは船上の操縦用コンピュータからの指令で電源のオンオフやシャッターを切ることでもある。

さらにこの水中ロボットの開発・利用と同時に、沖縄高専の武村准教授との共同で水上ロボットも開発し、海底遺跡のグローバル座標を計測する試みも実施してきた(Takemura 2015)。一般に水中の位置計測は超音波を利用するものが多い。しかしながら、より簡単で安価なシステム構成を考え、水上ロボットに搭載した民生用のカメラ、GPS、姿勢センサ等と組み合わせて海中の対象物を把握し、水中位置を

推定する技術である。特に沖縄の海では多くの文化遺産が存在し、透明度も高いため他の遺跡調査にも役立つ技術として期待できる。この水上ロボットの計測技術の開発は現在も進行中である。

### 6-3. 水中ロボットを利用した海底遺跡見学会と映像配信

屋良部沖海底遺跡はダイビングスポットに近接しており、石垣島にとって文化資源や観光資源としての可能性を秘めている。このため、石垣島の水中文化遺産を地元住民に認識してもらい、今後どのように保護し、文化資源や観光資源として活用していくかを議論することは石垣島の未来にとって価値があると考えられる。そこで、将来の島の保全や管理に大きな役割が期待される若い世代に対して教育を目的として水中ロボットを利用した文化遺産見学会を実施した。この見学会は石垣市教育委員会と石垣市内の高校の協力の下、実施された。

実施した見学会の概要は次の通りである。まず、地元高校教員や教育委員会を通して呼びかけた高校生を石垣港に集め、船で屋良部沖海底遺跡に向かった。乗船時には高校生は船長からの乗船諸注意を受け、続いて考古学者から見学する遺跡の説明を受けた。現場海域に到着した後は、ゲームコントローラによる水中ロボットの操作感覚をつかむため、操縦練習をしてもらった。その後、高校生は遺跡へと水中ロボットを潜航させ、ロボットカメラを通して海底遺跡や考古学者らの作業を見学し、同時に映像記録も行った。各年の見学会の詳細を以下に報告する。

2015年11月7日に実施した見学会では八重山高校から3名の生徒と石垣市教育委員会のメンバー1名が参加した。まずは乗船諸注意を受け、遺跡の説明を受けた後、遺跡現場で水中ロボットの操縦練習をした。その後、ロボットを潜航させ、海底遺跡の壺群や鉄錨を見学することができた。3名ともゲームコントローラを利用した操縦に問題もなく遺跡の探索を楽しんでいる様子であった。このとき同時に2016年度以降に実施する予定であったライブ配信の通信テストも行った。この時は音声と動画の通信が途切れる状況が発生した。原因として、利用していたコンピュータの性能が低くかったことが判明し、2016年に備えて高性能なコンピュータに取り換えた結果、通信状況が解決した。またこれによってロボットカメラから送られる映像の遅延も軽減された。

続く2016年10月30日にも八重山高校および八重山農林高校からの生徒6名に加え、八重山高校の教員1名と石垣市教育委員会のメンバーが遺跡見学会に参加した。2015年と同様に石垣港を出航し、参加生徒による水中ロボット操作と屋良部沖海底遺跡の探索・見学が行われた。特に男子生徒はゲーム感覚でロボットの操縦を楽しみ、熱心に遺跡探索をおこなっていた。この時、石垣での見学会に合わせて水中ロボットカメラの映像をインターネットを介してライブ配信し、大阪会場での遺跡中継イベントも実施した。大阪での中継では、大阪電気通信大学の門林理恵子教授らの協力を得た。遺跡見学会に参加した高校生は大阪会場の来場者に対して自己紹介をしたり、手を振ったりしながら中継イベントにも協力してくれた。高校生が水中ロボットを利用して海底遺跡のライブ映像を大阪会場に向け配信することにも成功した。高校生の当日の様子から、文化遺産や中継イベントにも興味をもって取り組んでくれていた。

2017年11月18日にも同様の見学会およびライブ配信を実施した。当日は、八重山高校からの生徒2名が参加した。出航時に参加者に対して海底遺跡の事前説明を行い、文化遺産や屋良部沖海底遺跡に対する理解を深めてもらった。遺跡現場に到着後は、参加高校生が自らの操縦で水中ロボットを操作し、海底にある壺や錨を発見することができた。また考古学者が金属探知機を利用して海底を調査している

様子も見学することができた。併催した大阪へのライブ配信イベントも実施し、水中ロボットや通信に若干のトラブルが起こったものの、ロボットを通して高校生が撮影した海底遺跡の映像を大阪会場に向け配信することにも成功した。

教育を目的とした見学活動では高校生に対してアンケートも実施した(坂上 2016)。悪天候や船酔い等のネガティブな要素による本教育活動に対する参加生徒の評価のばらつきが伺えながらも、基本的には予想した通りの教育効果を得ることができていた。第1に、生徒の興味の変化や新たな興味の創出効果が挙げられた。見学会への参加を通して新たに水中遺跡や水中ロボットなど、新しく且つ海への興味が持てるようになったことを確認することができた。第2に、水中文化遺産への理解の増進と学習動機の向上が挙げられた。開始前のアンケートでは「水中考古学」という専門分野を聞いたことがない生徒もいたが、終了時のアンケートでは水中文化遺産への理解について聞いたところ「水中文化遺産についてもっと知りたい、もっと見たい、水中遺跡に少し興味が湧いた」などの回答が得られた。第3に、地域資源や地域資源の価値創造に関する意識の涵養効果が挙げられた。終了時のアンケートでは若干ではあったが参加生徒の地域資源への意識が変化している。その他、水中文化遺産の活用方法への考え方に関する質問に対しては、多くの生徒がより多くの水中文化遺産を発掘し、観光資源として生かしていくべきとの意見が述べられた。本教育活動が程度の差はありながらも、参加者の地域資源の価値創造に関する意識も涵養させることができたと評価できる。

2016年、2017年には大阪電気通信大学・門林教授、大阪府教育庁・木村啓章氏、河南町教育委員会・向井妙氏、奈良文化財研究所・浦蓉子氏の協力を得て、上述の文化遺産見学会と併催して大阪会場での中継イベントを開催した。これは屋良部沖海底遺跡の認知と理解を目的として、石垣島で高校生が操縦する水中ロボットからの遺跡映像をインターネットを介して大阪の一般市民にライブ配信するイベントであった。

2016年のライブ見学会は初の試みであったが、遺跡現場からの電波の状況は良好で、音・映像ともに大阪―石垣島間の双方向にコミュニケーションしながら中継が進行した。大阪会場では、高校生が操縦する水中ロボットからの海底遺跡のライブ映像を見ながら来場者に説明等を加えてもらった。本遺跡や水中文化遺産、水中ロボットが過去に撮影してきた映像も放映された。全2回のライブ中継を実施し、高校生による水中ロボットの遺跡探索によって撮影した映像を来場者も楽しんでいる様子であった。2017年にも水中ロボットが撮影する海底遺跡のライブ配信を大阪会場に向け実施した。1回目のライブ配信では水中ロボットの動作や通信にトラブルが起こりながらも、最終的にはライブ中継を実施することができた。その後、悪天候の影響もあり、遺跡現場から帰港する結果となった。しかしながら、2回目の中継イベントは石垣港から実施し、当日に高校生が撮り貯めた遺跡映像を大阪の来場者に見てもらうことで文化遺産の魅力について知ってもらうことができた。2年間に渡って実施したライブ見学会も水中文化遺産の認知と理解のために水中ロボットを活用できた事例と言える。

#### 6-4. 水中ロボットによる海底遺跡の3次元復元とその応用

2017年度には水中ロボットの新たな機能の追加として複数台カメラから構成されるカメラシステムを搭載し、海底遺跡の3次元復元を目指す実験を行った。前年までは1台のカメラを利用して映像記録するだけであった水中ロボットに新たにカメラ6台を追加する改造を行った。6台のうちの5台は水中ロボットの下部に配置し、海底を撮影し続けるカメラとした。このカメラ配置はカメラ視野角を調べ、海

底の撮影の漏れが無いよう決定した。残りの1台はロボットアームの手先に取り付けることで狭所空間を撮影するカメラとして利用した。カメラは船上の操縦用コンピュータによって操作できるよう電装基板やソフトウェアの作成も行った。水槽や伊豆海域での基礎実験を踏まえた上で石垣島でのカメラシステムによる遺跡現場での実験を実施した。

2017年11月17、18日には水中ロボットのカメラシステムによって屋良部崎沖海底遺跡にて壺集積エリアを中心とした海底を撮影した。水中ロボットの一度の潜航は約15分で、壺集積エリアおよびその周辺を撮影した。カメラ撮影のブレが無いようこれまでの調査時よりも低速で水中ロボットの操縦を行った。一回の潜水で4000枚以上の写真を取得することができ、撮影された写真を利用して3次元復元を行った。その結果を図6-1に示す。なお、今回の実験では水中ロボットにSSBL (Super Short Base Line) 方式による音響測位装置も取り付けいていたため、ロボットの海中経路も記録することができている。

ここで得られた成果は壺群や鉄錨の写真測量や位置関係の把握、屋良部沖海底遺跡の模型作成等に役立つことが予想され、より多くの人々に本遺跡を認知・理解してもらうための利用に期待が持てる。さらには、九州大学の菅浩伸教授らの音響測量によって屋良部沖遺跡は詳細な地形図(Ono 2014)が得られており、この地形図と今回得られた3次元遺跡地図とを重ね合わせることで考古学的な学術成果となることも期待できる。

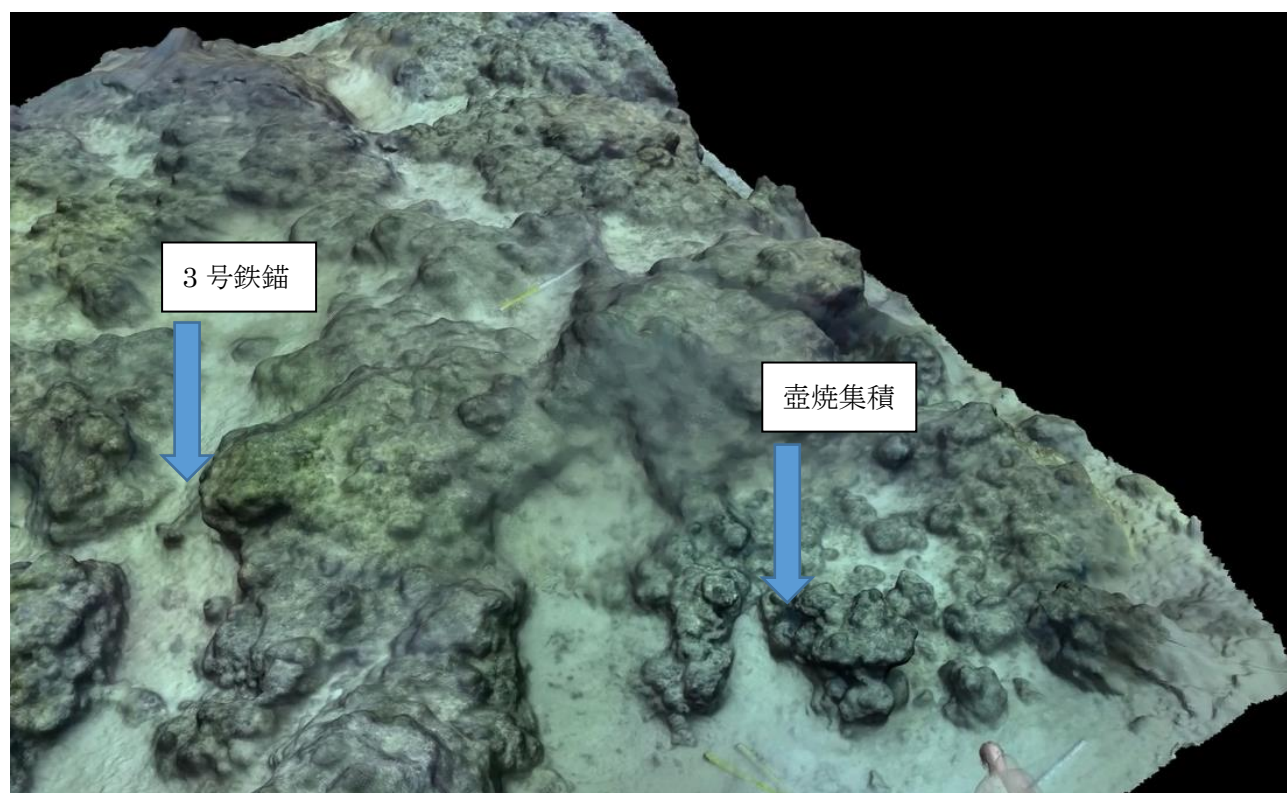


図6-1：ROVのカメラシステムで撮影されたデジタル写真データから3次元復元された屋良部海底遺跡図。3号鉄錨及び壺集積がコンピュータ画像内で復元されている。



## 6-5. 結論

本章では水中ロボットを利用した遺跡公開への応用とその可能性について得られた成果とともに報告した。当初は海底遺跡の調査映像を記録するだけであった水中ロボットを青少年向けの遺跡見学会や一般に向けたライブ映像配信、写真測量による3次元復元への応用へと発展させた。地元住民や一般の人達の目に触れる機会が少ない海底遺跡をいかに認知し、理解してもらうかを考えた場合、ロボット技術の利用は一つの大きな可能性となることを示した。

### 【引用・参考文献】

Ono, R., C. Katagiri, H. Kan, M. Nagao, Y. Nakanishi, Y. Yamamoto, F. Takemura and N. Sakagami 2016.

Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritage in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45(1), pp. 77-93.

Takemura F., N. Uechi, K. Noha, N. Sakagami, K. Kawabata, S. Takahashi, S. Sagara, R. Ono, C. Katagiri, Y.

Nakanishi and Y. Yamamoto 2015. A Basic Experiment for Image-Based Position Measurement of Objects at Sea. *Proceedings of the 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, pp. 1394-1399.

坂上憲光, 小野林太郎, 李銀姫, 片桐千亜紀, 山本祐司, 中西裕見子 2016 「石垣島における水中ロボットを利用した水中文化遺産教育」『工学教育誌』, 第64巻第1号, 54-59頁

## 第7章 水中遺跡の公開と活用法

### 7-1. 水中遺跡の公開と活用とは

陸上、水中を問わず積極的な文化遺産の活用が近年促されるなか、本章では海底にある遺跡の活用に向け、屋良部沖海底遺跡でおこなった実験的な取り組みを報告する。

海底では、遺跡の解説版1つ設置するにあたって、ハード面の整備に様々な制約を受ける。また、費用等の負担も陸上の場合以上に大きいことが想定できる。そこで、主にソフト面を整備した活用に焦点をあてた取り組みを実施してきた。運営する側の負担が少なく、また保存に与える影響を最小限に抑え、持続可能な形で活用を促す手法を模索した。

屋良部沖海底遺跡において、筆者らは、地元石垣市教育委員会をはじめとする多くの関係者や機関から協力を得ながら、東海大学を中心とするプロジェクト研究のなかで2012年より、調査研究から活用まで一貫して取り組んできた。このなかで、屋良部沖海底遺跡での海底遺跡ミュージアム構想の実現に向けた取り組みを、主に2015年より実施してきた。海底遺跡ミュージアムとは、海底にある遺跡をそのまま現地に保存し、野外ミュージアムとして公開をすすめ、陸上の遺跡や周辺の博物館と連携をはかりながら効果的な活用をめざす取り組みとして（野上 2008、p.42）、野上建紀らにより提唱されている（野上 2007、2008）。日本国内でもすでに、長崎県小値賀島（林原 2007）や沖縄県久米島（片桐他 2012）において実施されている。

### 7-2. 屋良部沖海底遺跡での取り組み

屋良部沖海底遺跡にアプローチする際の拠点となる石垣島では、観光産業としてのスキューバダイビングが著しく発達している。実際に本遺跡の発見は、地元で長年ダイビングサービスを営んでいた藤井成児（元フジマリンサービス代表）による（小野他 2013; Ono, et.al.2016）。現地調査においても、同氏を中心とし、地元ダイビングサービス（以下、「地元 DS」という。）らの協力を得て実施してきた。この素地を利用し、地元のダイビング産業の枠組みに則り、連携することで、持続可能な形で水中遺跡の活用をめざした。

継続的な調査を経て遺跡の性質が一定程度明らかになり、その評価をすることができるようになったうえで、2015年より遺跡の活用のための具体的な取り組みに着手した。その経緯の詳細は、筆者の別稿（Nakanishi, et al. 2016, 2017; 中西他 2018）にあるが、以下に概要を述べる。

#### (1) 2015年度（写真7-1、7-2）

一般向け現地見学会の成功を1つの大きなゴールとするうえでの準備企画として、2015年11月5日、地元 DS に勤務するダイバーを対象に限定的な遺跡見学会を実施した。また、その見学会後にはアンケート調査及び意見交換会を実施した。現地を見学した感想や一般ダイバーをガイドすることを想定した意見を聴取し、積極的な意見交換を行った。地元 DS との連携体制の強化と一般向け現地見学会の宣伝効果とを得た。また、具体的な手法を検討した上で、一般ダイバーにとっても有効なダイビングポイントとなる可能性が充分あること、またその実施にあたり、地元 DS の多くは協力する意志があることを確認できた。

① 日時：2015 年 11 月 日（木）8:30～14:30

② 参加者：石垣市内のダイビングサービスに勤務するダイバー 7 名

③ 概要：

日中－屋良部沖海底遺跡現地をダイビングにより見学

夕方－見学した後の感想聴取、意見交換会

（地元 DS スタッフ参加者 13 名）

当日は雷雨に見舞われるなど天候には恵まれなかったが、無事すべてのプログラムをトラブルなく終了した。

08:30 集合、受付 （石垣港）

09:00 乗船、一日の流れの説明

09:30 遺跡の内容、価値付けについての事前講義

10:30 出港

10:45 ポイントに到着 （調査班の船と連結）

調査班の 2 本目の潜水に合わせてダイビング

壺集積の調査風景、近接する 2・3 号錨、1 号錨を見学)

13:00 ごろ 適宜昼食、港へ移動（アンケート配布）

14:30 港着、アンケート回収次第解散

## (2) 2016 年度

2016 年には、10 月 31 日、地元 DS 向けに、屋良部沖海底遺跡の一般公開について、意見交換のワークショップを実施した。

① 日時：2016 年 10 月 31 日（月）18:30～

② 参加者：石垣市内のダイビングサービスに勤務する 4 店舗のダイバー

③ 概要：屋良部沖海底遺跡の見学から 1 年を経て、その後の状況の意見交換、情報共有をおこなった。そして、今後のより適切で積極的な保存と活用に向け、必要なツール、見学プラン等についての意見を交換した。石垣市教育委員会文化財課からも有益な情報提供があり、今後の屋良部沖海底遺跡の適切で持続可能な保存活用について意見交換を行った。遺跡の解説や案内、見学のルールなど、適切な遺跡見学に必要なツールについての意見や、地元 DS を対象にした遺跡に関する講座や、講習的な見学会などの可能性について検討をおこなった。

## (3) 2017 年度（写真 7-3、7-4、7-5）

そして 2017 年はプロジェクトの最終年度として、11 月 18 日に一般ダイバー向けの見学会を実施した。見学会の進行主体は、参加する各々のダイビングサービスに委ねることとした。要は、通常営業のダイビングと同様に、ダイビングサービスが各店舗の顧客である一般ダイバーから予約をとり、料金を聴取し、ブリーフィング及びガイドをおこなう。ただ、案内するポイントが魚や珊瑚ではなく、この日は遺跡に代わる。そしてこの日を、屋良部沖海底遺跡をダイビングポイントとして積極的に活用するきっかけとなるよう設定した。

そのためにはまず、地元 DS のガイドが遺跡について正しく理解し、見学する一般ダイバーに伝えることができるように準備する必要がある。そこで、見学会に先立って 10 月 13 日に「屋良部沖海底遺跡見学会開催のための事前講習」を開催した。この事前講習会は、地元 DS のネットワークや組合等を通じ、広く案内を拡散した。遺跡見学会への参加や、見学会当日にたまたま都合がつかず参加できないとしても今後、屋良部沖海底遺跡へ顧客の一般ダイバーをガイドする意志があるならば、事前講習会の参加を前提条件として提示した。この事前講習会を、地元 DS にとって、遺跡ガイドに必要な情報やツールを得るための機会とした。

① 日時：2017 年 10 月 13 日 18:00～19:20

② 場所：大濱信泉記念館 多目的ホール

③ 参加者：石垣市内のダイビングサービスに勤務する 19 店舗のダイバー

④ 概要：

18:00～18:05 「屋良部沖海底遺跡の発見」

藤井成児 （元フジマリンサービス代表）

18:05～18:20 「水中文化遺産へのダイビング」

中西裕見子 （大阪府教育庁文化財保護課）

18:20～18:50 「港湾と海難事故―屋良部沖海底遺跡の意義―」

片桐千亜紀 （沖縄県立埋蔵文化財センター）

18:50～19:20 質問、見学会当日の流れの説明など

※ 講習会終了後、意見交換会を実施

つづいて、11 月 17 日には、見学会の前夜祭として、「屋良部沖海底遺跡見学会記念シンポジウム」を実施した。これには、実際に見学会に参加する一般ダイバーとガイドをする側のダイビングサービスとが一緒に参加し、ガイドにとっては事前講習会の復習ともなるように開催した。見学会への参加は、10 月 13 日の事前講習に参加していることを前提としたため、このシンポジウムや翌日の見学会の案内は、事前講習会参加ダイビングサービスを対象に限定的におこなった。

ガイドする際のツールとして作成した、屋良部沖海底遺跡の概要リーフレットを準備した。ダイビング前の船上でのブリーフィングに利用すること、また地元 DS が必要に応じて再生産することを想定し、A4 サイズ横、両面刷り一枚の扱いやすい体裁で作成した（図 7-1）。片面には遺跡の正しい価値を理解できるよう、屋良部沖海底遺跡の学術的な研究成果を踏まえた概要や歴史的意義についての情報をまとめた。もう一方の面には、実際に見学するもののイメージがわくよう、菅浩伸氏（九州大学）マルチビーム測深によりが作成した遺跡周辺の海底地形図に四爪鉄錨と壺集積の位置及び写真を記載した。ダイビングサービス側で使いやすいように加工でき、また増刷できるように PDF のデータで、参加ダイビングサービスと共有した。

① 日時：2017 年 11 月 17 日 18:00～19:20

② 場所：石垣市健康福祉センター 視聴覚室

③ 参加者：石垣市内のダイビングサービスに勤務する 7 店舗のダイバー  
及び見学会参加予定の一般ダイバー（7 店舗の予約顧客）

④ 概要：

- 18:30～18:35 趣旨説明・18日（土）実施見学会の説明  
中西裕見子（大阪府教育庁文化財保護課）
- 18:35～18:50 「屋良部沖海底遺跡の意義」  
片桐千亜紀（沖縄県立埋蔵文化財センター）
- 18:50～19:05 「海底遺跡調査・見学会に利用する水中ロボット」  
坂上憲光（東海大学海洋学部）
- 19:05～19:30 「マルチビーム測深による海底地図について」  
菅浩伸  
（九州大学浅海底フロンティア研究センター）
- 19:20～19:30 質問など
- ※ 終了後、意見交換会を実施

そしていよいよ11月18日、屋良部沖海底遺跡の一般向け現地見学会を実施した。壺集積ポイントの近くに母船としてプロジェクトメンバーが乗る調査船を停泊させ、そこに見学会参加ダイビングサービスが各々の船で顧客の一般ダイバーを載せて訪れ、ダイビングを実施する仕立てとした。また、見学会やそれと併行しておこなわれている調査の様子を、坂上憲光氏開発の水中ロボットにより撮影し、門林理恵子氏（大阪電気通信大学）がJR大阪駅に隣接する商業施設（グランフロント大阪ナレッジキャピタル）内の会場で中継をおこなった（写真7-6）。中継会場では、事前講習会参加ダイビングサービスのリストを配布し、遺跡ダイビングができる店舗として紹介した。

当日は、特に時間が下るにつれての悪天候が予想された。そのため、本来10時ごろから各々の船がポイントに集合することを予定していたが時間を早めた。朝8時すぎに母船は石垣島の港を出港し、各ダイビングサービスもスケジュールを早めてポイントへ向かった。6店舗の船が見学会に参加し、遺跡見学のダイビングを実施した。天候が荒れ始めたため、昼過ぎから撤収をはじめ13:30ごろには寄港し、見学会は無事終了した。

ここで報告した、屋良部沖海底遺跡の見学会に向けた2015年からのすべてのイベントについて継続的に、地元石垣市教育委員会島袋綾野氏の協力と参加をいただき、常に得難きサポートと貴重なアドバイスを賜った。これをなくしてこの見学会は実施し得なかったことを、ここに心から感謝申し上げます。



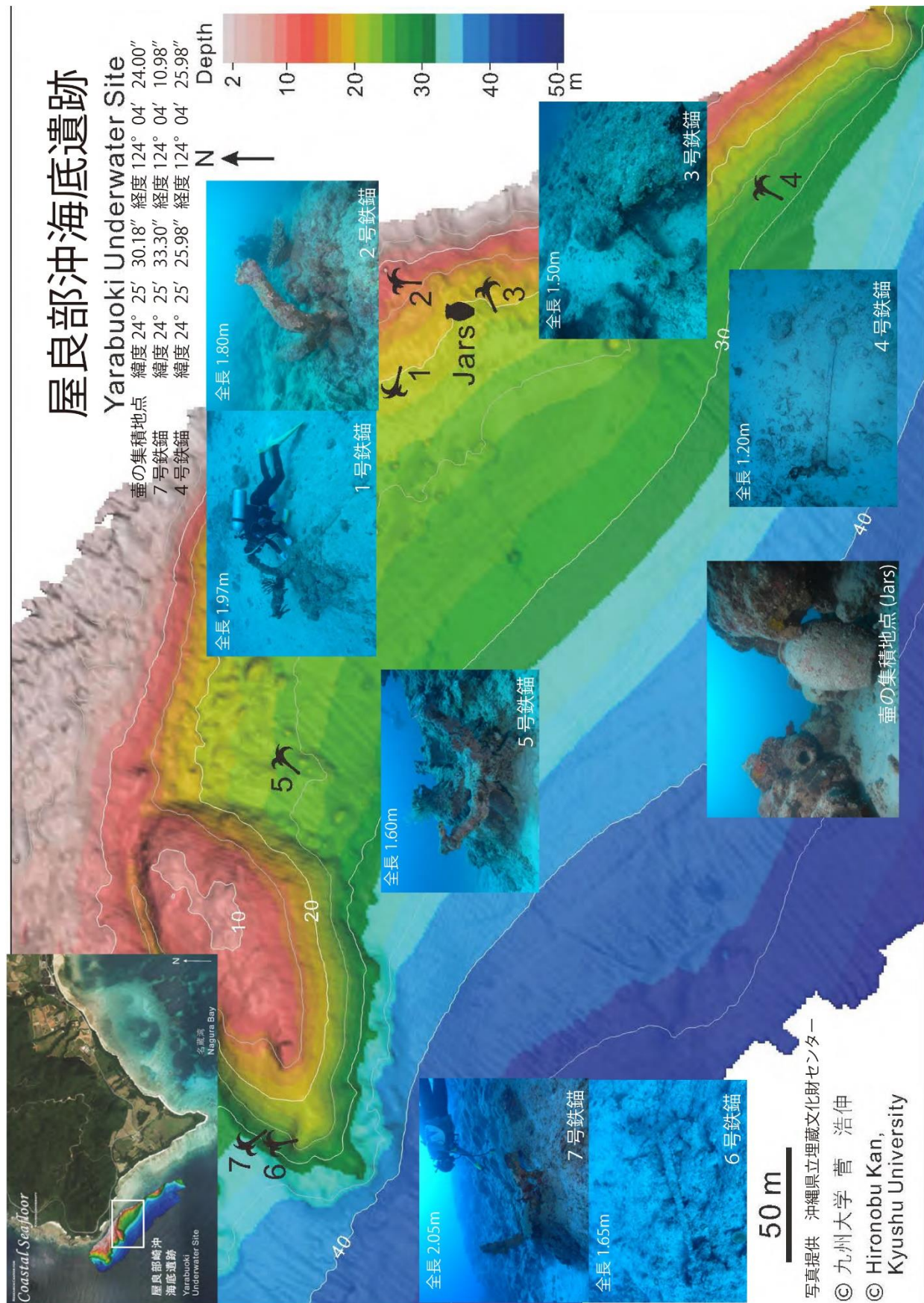


図 7-1 屋良部沖海底遺跡見学のためのリーフレット（石垣市教育委員会監修）





### 7-3. 今後に向けて一まとめにかえてー

バイア海底遺跡公園やシチリア島の水中文化遺産など、海底遺跡ミュージアムを実践しているイタリアの事例をみても、ダイビング産業が発達する地域では、水中文化遺産の保存と活用において、契約、登録や認定、許可制など制度は様々あるが、ダイビング産業と考古学者の協力関係があることが多い（中西他 2017）。日本国内においても、久米島での例が島内のダイビングサービスの協力を得て実施されているように（片桐他 2012）、沖縄をはじめその取り組みはすすめられている。沈没船ダイビングは一般的にも人気の高いダイビングであるが、考古学者が関わることのないファンダイブでは、文化遺産の価値について理解を得ることが難しく、その普及や保護につながらない。遺跡の価値を適切な調査研究を経て評価し、さらに将来的な保護を視野にいたした普及活用を進める必要がある。この手順は極めて重要であり、ここに考古学者が積極的に関与するべき点がある（中西・片桐 2017）。

屋良部沖海底遺跡での見学会の大きな特徴は、実際の見学会の進行主体を地元 DS に預けたことにある（中西他 2018）。従来型の見学会では、参加者の募集や遺跡の解説は、見学会を主催した考古学者の側がおこなってきた。しかしながら今回のプロジェクトにおいては、見学会の実施ではなく、その準備過程において、考古学者をはじめとする研究者たちが重要な役割を果たした。それは、普段はできないことを、普段はそこにいない人々がプロジェクトとして特別に実施しても、プロジェクトが去ればそれ以上地元で継続できなくなるという展開を避け、筆者らが提唱するような持続可能な地元で運営継続できる活用手法の確立をめざしたことによる。たとえば、プロジェクトで見学会のために傭船等をしたのではなく、見学会に参加の地元 DS が顧客の予約をとり、顧客からガイド料金を通常どおり聴取して実施された。通常業務のファンダイビングのラインに載せることを実現させたことに大きな意義がある（中西他 2018）。このダイビングが継続的に実施可能になれば、地元 DS にとっても、代替ポイントを1つ確保できるというメリットが生じる。

本プロジェクトでは、地元 DS への学術的研究成果の共有とトレーニングの提供をベースに調査等においても連携をはかり、継続的に意見交換とフィードバックをおこなってきた。さらに、地元の文化財を管轄する教育委員会の受け皿のもとに、持続可能な保存・活用に向け、地元 DS の主体的な参画を促すことにつとめた（中西・片桐 2017；中西他 2018）。以下に、その実験的取り組みを経て筆者が提唱するモデルを示す（図 2. 中西他 2018 から転載）。



| STEP   |                                | 課 題                                                                                |
|--------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| STEP 1 | 地元DSの調査作業補助による子<br>細な調査研究      | ・ 悉皆調査・詳細確認調査という遺跡の<br>価値評価に必要なプロセスに伴う負担                                           |
| STEP 2 | 地元DSへの価値普及・トレー<br>ニングとネットワーク構築 | ・ 水中文化遺産保護に参加する地元<br>ダイビングサービスの質的担保<br>・ トレーニング 学習機会、ツール等の提供方法<br>・ アクセスを限定する制度の採否 |
| STEP 3 | 利用することによる価値の上昇・<br>モニタリング      | ・ 見学者増により起こりうるリスクの軽減<br>・ 遺跡のモニタリング作業の負担                                           |
| STEP 4 | 利用者たちが主体のルールづくり                | ・ 水中文化遺産保護によるメリットの認識<br>・ 地元ダイビングサービスの負担と責任感<br>・ 持続可能性                            |

地元教育委員会の受け皿

図 7-2：持続可能な水中文化遺産活用モデルの 4 ステップ（中西他 2018）

上記に持続可能な水中文化遺産活用に向けた 4 ステップと、各ステップで取り組むべき課題を整理した。1 件の見つかった遺跡にたいして、まず最初のステップは 1) 学術的な調査を実施し、研究を重ね遺跡の価値を把握することが必要となる。この最初のステップに地元 DS の協力を得ることにより、次のステップへのきっかけとなる。ステップ 2 は、2) 地元 DS への価値普及・トレーニングとネットワーク構築をめざす。それにより、水中文化遺産保護に参加する DS の質を担保し、意識を高めることをめざす。ステップ 2 がすすみ、水中文化遺産へのダイビングが増えると、ステップ 3 の見学者の増加によるリスクやモニタリング作業の負担が課題となる。ステップ 2 で地元 DS の質が担保されていれば、3) それらの DS が遺跡を利用することによって、水中文化遺産の価値が上昇し、さらに人目に常にとさらされることによりモニタリング効果が得られる。最後には、4) 利用者たちが主体のルールづくり、をめざすというステップが考えられる。そしてその背景には、モニタリングの際に通常の状態ではないことが見つかった時やルール違反を見つけた時の報告先として、地元の文化財を所管する教育委員会の受け皿が必須となる（中西他 2018）。

今後、ダイビングポイントとしての遺跡の利用がすすめば、アクセスと露出の増加により、保存上の問題など新たな課題が生まれる。壺が持ち去られたり、錨が傷つけられたりする可能性も否めない。そのなかで、遺跡を利用する人々が遺跡の状態が悪化しては困ると感じ、自ずとモニタリング機能が働いていくことを理想とする。それは、石垣島の地元 DS の間では珊瑚やマンタに関して機能している。珊瑚を折ったり持ち帰ったりしてはいけない、マンタを追いかけはいけない、マンタポイントに同時に停泊できる船は 5 艘までで既に 5 艘居る場合はポイントの外で待つこと、など浸透しているルールがある。地元 DS はそのルールを普及し、守られているかをモニタリングし、守られていない場合には注意をする。一般ダイバーも、ルールを尊重する。屋良部沖海底遺跡での実験的試みは、この四つのステッ

プのモデルに則っていき、自ずとルール作りや、モニタリング機能が働くところまで到達することができるか、経過観察をまだ必要とする。

#### 【引用・参考文献】

- 小野林太郎 他 2013 「八重山における水中文化遺産の現状と将来—石垣島・屋良部沖海底遺跡を中心に—」『石垣市立八重山博物館紀要』 22:20-43
- 片桐千亜紀 他 2012 「久米島の水中文化遺産見学会報告～海底遺跡ミュージアム構想の実践」『沖縄県立博物館・美術館 博物館紀要』
- 中西裕見子・片桐千亜紀 2017 「沖縄海域での水中文化遺産の保存活用モデル構築のための国際比較研究」『日本考古学協会第 83 回総会研究発表要旨』 pp.68-69 日本考古学協会
- 中西裕見子 他 2017 「シチリアにおける水中文化遺産の保護と公開活用の展開」『沖縄県立博物館・美術館 博物館紀要』 10:19-42
- 中西裕見子 他 2018 「沖縄海域における海底遺跡ミュージアム構想の実現に向けた屋良部沖海底遺跡での実践」『南島考古』 37 号（印刷中）
- 野上建紀 編 2007 『水中文化遺産と考古学—海底遺跡ミュージアム構想の実現に向けて—』 アジア水中考古学研究所
- 野上建紀 2008 「水中文化遺産の公開と活用について」『金沢大学考古学紀要』 29:42-53
- 林原利明 2007 「前方湾海底遺跡見学会—見学会の記録—」『水中文化遺産と考古学—海底遺跡ミュージアム構想の実現に向けて—』 アジア水中考古学研究所 pp.12-16
- Nakanishi, Y., Nakanishi, Y, Tetsu, T., and Ono, R. 2016, Pursuing Sustainable Preservation and Valorisation of Underwater Cultural Heritage: attempt in Okinawa to underwater site museum. Poster session at the 6th International Congress for Underwater Archaeology.
- Nakanishi, Y., Ono, R., Sakagami, N., Kan, H. and Katagiri, C.. 2017, Developing the Foundation for Sustainable Management of Underwater Cultural Heritage Starting from Local Involvement: Case Studies in Okinawa, *Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage* (in print).
- Ono, R., et al. 2016, Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritage in Okinawa, Japan. *The International Journal of Nautical Archaeology*: 1-17



## 第8章 総括

### 8-1. 屋良部沖海底遺跡の四爪鉄錨をめぐる考察

屋良部海底遺跡は、四爪鉄錨の集中域により、大きく屋良部沖の東西二か所に分けることができ、両地域には約 400m の距離があることを指摘できる。このような分布状況を考慮するなら、これらの四爪鉄製錨は少なくとも 2 隻以上の船に属していたものである可能性が高いと考えられる。この可能性は屋良部沖海底遺跡に分布する四爪鉄錨のサイズに多様性が見られる点からも補強できよう。とくに陶器壺の集積地は、1 号～3 号四爪鉄錨の分布域とほぼ重なっており、これらの四爪鉄製錨と何らかの関係を持っている可能性がある。

各四爪鉄錨の保存状態と大まかな形態に関しては第 3 章で報告されたが、これらを整理すると、屋良部沖海底遺跡における二箇所の四爪鉄錨分布域では、鉄錨の形状やサイズに違いがあることを指摘できる。すなわち 1～3 号が分布する東部では、長さ 2m におよぶ大型鉄錨から 1.2m 前後の小型鉄錨まで、そのサイズには多様性が認められるのに対し、5～7 号が分布する西部では、長さ約 1.8m と同サイズの鉄錨で占められ、その先端部には直径約 30cm のアームリングが装着されていた可能性が高い。こうした状況からは、東部においては複数の船に属する鉄錨が混合している可能性があるのに対し、西部に分布する鉄錨群は 1 隻の船に属する可能性も考えられる。その場合、鉄錨の深度が陸側に近い水深 10m 台の海底と、海側に近い水深 20～30m 台の海底に分かれている状況は、船と投錨との関係性を考えるうえでも興味深いが、その詳細な検討は今後の課題である。

四爪鉄錨は、歴史的には江戸時代以降の近世において廻船や弁財船等の大和船で一般的に使用されてきた鉄錨のタイプであり、明治期以降も漁船等の小型船では使用される場合があるが、大型船の鉄錨は西洋式の二爪錨が主流となっていく。こうした歴史的背景を踏まえるなら、屋良部沖海底遺跡に分布する四爪鉄錨は、そのサイズ、アームリングやシャンクの形態や方形の断面という特徴からみて、江戸時代に相当する近世期にまでさかのぼる可能性が少なくない。

四爪鉄錨は、歴史的には江戸時代以降の近世において廻船や弁財船等の大和船で一般的に使用されてきた鉄錨のタイプであり、明治期以降も漁船等の小型船では使用される場合があるが、大型船の鉄錨は西洋式の二爪錨が主流となっていく。こうした歴史的背景を踏まえるなら、屋良部沖海底遺跡に分布する四爪鉄錨は、そのサイズ、アームリングやシャンクの形態や方形の断面という特徴からみて、江戸時代に相当する近世期にまでさかのぼる可能性が少なくない。

第 3 章で議論したように、陶器壺の集積地は、1～3 号四爪錨が集中する海域内において、水深 20m の海底に位置している。これまでに確認された陶器壺は計 12 個あり、その多くは高さ 80cm 前後の大型で占められているが（写真 8-1）、高さ 40cm 前後の小型壺も確認されている（写真 8-2）。しかし、形態的にはほぼ均一で、その多くが完形を保っており、保存状態も良好である。ただしその多くは表面にサンゴや海藻類が付着するほか、すでにサンゴ石の一部に取り込まれているものが少なくなく、海底に固定された状態となっている。近年における水中考古学の方法論では、このように元位置を離れる可能性のない遺物に関しては、基本的に海底の元位置にて保存することが原則となっているため、筆者らによる調査



写真 8-1: 引き揚げられた小型陶器壺(山本裕司撮影)

においても、これら陶器類の引き揚げは行っていない。ただし唯一、写真 8-1 に紹介した 1 点は、発見者の藤井氏が以前に確認した際、この資料がサンゴによって固定されておらず、元位置を離れる可能性があったために引き揚げ、ご自宅にて保管されていた資料である。この資料にみられる形態・質的特徴からも、これらの陶器壺が八重山諸島ではなく、沖縄本島において製作された壺屋焼の仲間であることを指摘できる。

考古学的には、このように陶器や土器類が確認された場合、それらの形態や文様等から製作時期や産地を検討することが比較的容易であるが、壺屋焼の場合、近世期以降には大きな形態的な変化がないことから、より詳細な時期や産地の特定は容易ではない。また現時点では引き揚げられた資料が 1 点しかなく、資料の制約という課題もある。このため、屋良部沖海底遺跡の陶器壺の年代や具体的な産地について特定することはできなかった。しかし、壺屋焼きにおいても長期間においては形態に若干の変化がみられることも指摘されており、鉄錨からの時期推定と合わせ、より詳細な分析が今後の課題として指摘される。

## 8-2. 総括と今後の課題

本研究では、屋良部沖海底遺跡で発見された 9 点の四爪鉄錨に関する位置座標や水深を確認し、地図上にプロットできたほか、菅（九州大学）が石垣島沿岸で継続中のマルチビームソナー測量によって作成した海底地形測量データとを統合することで、これらの鉄錨や陶器類の分布位置を正確に遺跡周辺の海底地図上にプロットした遺跡地図の作成と、海底遺跡ミュージアム化を目的とした見学会や講習会での積極的な活用を試みた。

屋良部沖海底遺跡で確認された四爪鉄錨は、日本本土では様々な海域・地域で確認されており、主に近世期の大和船で利用

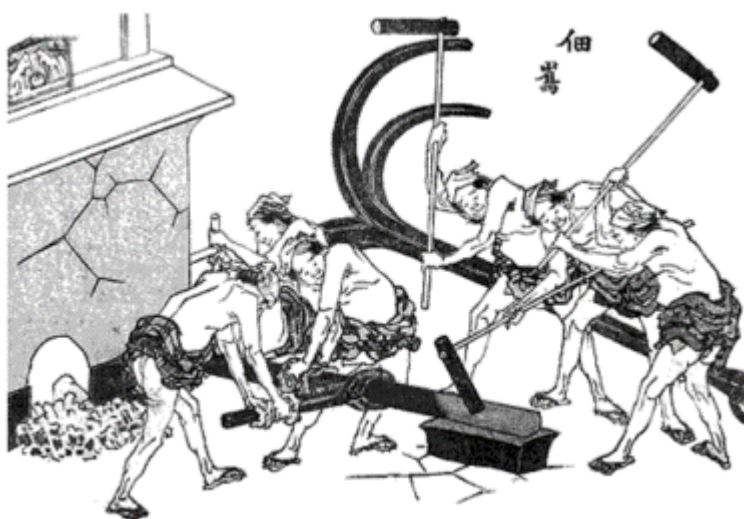


図 8-1：葛飾北斎「東都地名の内・佃島」より。勝矢 2013 転載

されたことがわかっているが、沖縄県内では屋良部海底遺跡の 8 例のほか、2017 年に新たに片桐・菅によって与那国島沖で確認された 9 点がすべてである。確認された鉄錨は、基本的には、同じ形状で、シャंकに 4 つの尖った鉤爪を持ち、近世期には、特に砂地の海底で使用するのに有効であった。上述の章でも論じたように、近世江戸期においては、廻船や弁財船などの大和船が 1 隻あたり 6～8 個の四爪鉄錨を装備するのが一般的であった。ウインチでは無く、多くは人力によって重量のある錨の上げ下ろしをするため、碇の重量に限界があり、大和船は碇を多数装備していた。あるいは、「...重一・二百斤、最も大なるものは八百斤ばかりなり...」と文献にある（勝矢 2013）。そのサイズや数は船の大きさに比例し、千石積み級の船では、一番碇で 80～100 貫（300～400kg）、全長 2～3m 近くに及ぶ。屋良部沖海底遺跡で確認された四爪鉄錨は、もっとも大型のもので 2m 強あり、千石積み級の船によって利用された可能性も

残されている。またこうした四爪鉄碇が大小様々なサイズで石垣島沿岸にて発見された事実は、沖縄から八重山諸島にかけても近世期に大和船が頻繁に行き来していた可能性も示唆している。

四爪鉄錨の製造については、鍊鉄を叩いて鍛造による手法が主だったと考えられている。勝矢（2013）では下向井紀彦による「近世尾道鍛冶についての基礎的考察」を参考に、尾道碇の製造過程では、爪と胴の部分を実別々に鑄造し、これらを脱炭した後に鍛接するとしている。大型の鉄錨の製造は、大掛かりな作業であったことが示唆されている（図8-1）。この他に鑄造した各部を脱炭した可能性もある。表面が厚く海生生物に覆われた屋良部海底遺跡の鉄錨については、製造法につながる情報は得るには至らなかった。

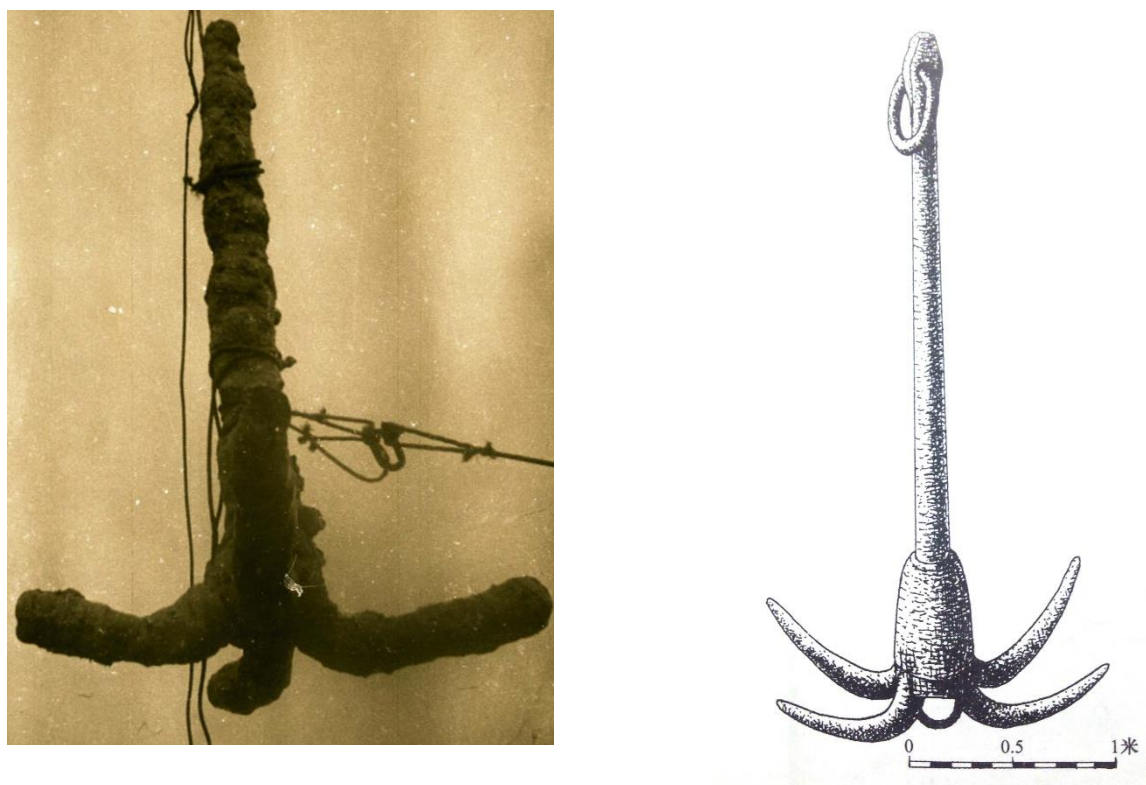


図8-2：泉州湾石湖港出土明代四爪鉄錨（左）、広州市博物館蔵明代四爪鉄錨（右）

四爪鉄錨の使用や製造について、古くは南宋の『癸辛雜識』に四爪の記載があるとするが、その普及は元代と考えられ、『武備志』や『天工開物』などの明代の史料で明確な記述がある（Needham 1971）。明代の四爪鉄錨はアームとシャンクは各部を実別々に製造して接合したことが記されており、『天工開物』の錨図の四爪鉄錨は断面が丸形のシャンクにアームとの明らかな接合部が描かれる。中国の鉄錨の考古資料としては南宋代の泉州船の出土で知られる泉州湾近郊の石湖港で、明代の四爪鉄錨とされる出土事例がある（図8-2）。広州市博物館蔵の明代の四爪鉄錨もシャンクとアームが接合する基部は丸み帯びたかたちとなっている。山東省出土の明代の蓬萊船でも四爪鉄錨が検出されている。杭州湾以北の平底船に広く使用されていたことが上述の中国文献史料に記載される。近世の史料では、松浦市博物館蔵の著名な『唐船ノ図』や長崎を訪れた唐船に関する近年の研究である『長崎唐館図集成』の南京船の鉄錨は、明代のものとは形状が異なる。一方で、近世の中国式の四爪鉄錨は、屋良部沖海底遺跡の四爪鉄錨とも形状



を異にする。石垣島沿岸で発見された四爪鉄錨が、当時の中国船に属するものがある可能性も完全に否定はできない。しかし、現時点で他に発見されている積載物と推定される遺物が、沖縄本島産と推測される陶器壺しかない状況を考慮するなら、これらの四爪鉄錨は、九州薩摩方面から到来した大和船か、沖縄本島より来航した船で利用されていた可能性がより高いと推測されよう。

しかし、ここで課題となるのは、マーラン船等の近世期における琉球船が実際にどのようなアンカーを装備していたのか、良く判っていない点である（片桐 2011）。たとえば近世期の絵図等においても、四爪鉄錨を装備している琉球船はこれまで確認された事例がない。また 19 世紀に描かれた『琉球交易港図屏風』（浦添市美術館蔵）第三扇には進貢船とこの船が装備していたアンカーが描かれているが、ここで描かれているアンカーは印象では木製のものである可能性が高く、また四爪錨にもなっていない。その一方、『那覇港図屏風』（首里城公園蔵）で描かれている薩摩船には四爪鉄錨を状态的に装備している様子が認められる（片桐 2011:128）。これらの点を考慮するなら、屋良部沖海底遺跡の四爪鉄錨群は薩摩船が装備していた可能性が高いとも考えられるが、現時点では資料が少なすぎるため、今後のさらなる検討が求められよう。

一方、これらの四爪鉄錨や陶器壺群が屋良部沖海底に分布している要因としては、これらを積んでいた船が、嵐や台風等によって沈没したか、沈没は免れたものの、緊急出航した際に残された可能性の二つが指摘できるが、前者であることを証明するには、やはり今後の調査において、船材の一部等を発見・確認する必要がある。この点に関し、屋良部沖海底は砂地が主体であるため、水中発掘等を実施することにより、更なる遺物の発見や遺跡の全貌を確認することも可能であることも指摘しておきたい。これらも今後の研究課題である。

また遺跡の年代測定も重要な課題であり、現時点では近世期（17-19 世紀）としか推測できていないが、今後は沖縄本島産と推測される陶器壺のより詳細な分析から、更なる時代や産地の特定を計画している。同じく本プロジェクトでは簡単な確認調査しかできなかった竹富島沖海底遺跡や黒島沖海底遺跡についても、今後の調査では特徴的な陶器片のサンプリングによる考古学的な形態分析や、遺跡全体を対象とした海底地形図の作成も進めていく必要がある。

### 8-3. 屋良部海底遺跡の公開と活用

最後にこれら八重山諸島における水中文化遺産の保護と活用についてであるが、本研究の最大の目的は、これらの水中文化遺産を学術的に同定し、その歴史文化遺産としての価値を評価すると同時に、ダイビングの観光地として日本でも最も有名な場所の一つでもある石垣島や八重山諸島を対象に、こうした水中文化遺産も重要な文化資源や観光資源となりうる可能性を、地元の埋蔵文化財関係者、漁業関係者、および観光業界関係者へと紹介・提案していく点にあった。

その背景の一つには、陸上の文化遺産と異なり、海中に位置する文化遺産は恒常的、あるいは人為的にこれらを保護し、その劣化や破壊等を防ぐことが極めて困難であることが挙げられる。このため、水中文化遺産は歴史的、文化的に価値があったとしても、単純にその分布範囲を囲い込み、立ち入りを制限すれば良いという発想は現実的でなく、また保護という観点からも効果はあまり期待できない。むしろ、水中文化遺産の場合、海を生業とする様々な関係者と文化財の保護と管理を担当している埋蔵文化財関係者が相互に協力し、水中文化遺産を文化資源や観光資源ともなりうる海洋資源の一つとして活用していくことが、最終的にはもっとも経済的かつ安定した保護の状態を生み出すのではないだろうか。

第1章でも論じたように、世界的には2009年1月にユネスコにより水中文化遺産保護条約が発効され、水中文化遺産の保護と活用は世界が共有の財産として取り組む必要性が議論されつつある（小野2014）。またその一環として、海底に残された遺跡をそのまま史跡公園化し、文化・観光資源として活用するという海底遺跡ミュージアム構想も活発化しつつあり、実現している国もある。こうした世界的な動きに対し、日本はまだ水中文化遺産保護条約も批准しておらず、現時点で水中文化遺産を海底遺跡ミュージアム化するのは現実的ではないかもしれない。しかし、先述したようにこれら海底遺跡の一部を、ダイビング観光や遺跡見学コース等の一つとして取り入れ、地域住民によって保護・利用していく方向であれば、その可能性は十分にあると考える。とくにダイビング観光業や漁業が盛んな八重山諸島においては、その可能性はさらに高いであろう。

国内では、海底遺跡ミュージアム化は、野上（2007）らによって早くから基本構想が提示され、その実践に至っている。本報告第7章の屋良部海底遺跡事例は、その発展型と位置づけられる。小値賀島周辺海底遺跡と芦屋沖海底遺跡では、水中考古学者らが主体でツアーというかたちでの遺跡公開が実施された（**海底遺跡ミュージアム化公開モデル：public access model**）。本プロジェクトでは、持続可能な海底遺跡ミュージアム化を目指し、地域のダイビング産業が継続的なかたちで、遺跡活用に関われるモデルを追求した（**海底遺跡ミュージアム化持続活用モデル：sustainable use model**）。水中遺跡あるいは、水中文化遺産の公開と活用には、地域住民や、ダイビング産業関係者及び、埋蔵文化財行政関係者など様々な方面の理解と協力を得て実現可能となる。水中遺跡の歴史・考古学的価値は、水中考古学調査の実施を経て、保全とのバランスを考えて、公開と活用の実現に至るのが望ましい。一方では、水中考古学の意義や水中遺跡の原位置での保護が十分に理解されている訳ではない。本プロジェクト最終年度2018年3月に実施された、NAS トレーニング・モジュールの利用とその効果の検証に関する講習会は、より幅広い分野の関係者がいかに調査から公開と活用に至る過程を共有できるかを目的に実施した。水中遺跡把握と調査、さらに公開と活用のための教育・研修プログラムとしての評価の高いNAS トレーニング・モジュールは、水中遺跡の調査への地域住民・関係者（ステークホルダー）の関与と、保全をしながら活用を促すという矛盾を含む「海底遺跡ミュージアム」の構想には不可欠な要素を提供する。NAS トレーニング・モジュールにも、様々な欠点があるが、公開と活用にあたっては、関係者への水中考古学と水中遺跡保全の知識提供の機会を設ける必要性が認められ、同モジュールは一つの考え方と言える。NAS トレーニング・モジュールの試験的導入、本プロジェクトでの知見は、今後、継続して国内での水中遺跡・水中文化遺産の海底遺跡ミュージアムとしての公開を実現していく試金石となるものと考えられる。水中遺跡と水中文化遺産を身近なものとし、その魅力や歴史・文化・考古学的価値を明らかにする手法を、本プロジェクト関係者は模索した。試みとしては未熟な点があったが、本研究、ならびにこの報告書がこの分野の研究端緒となれば幸いである。



【引用・参考文献】

- 小野林太郎・片桐千亜紀・坂上憲光・菅浩伸・宮城弘樹・山本祐司 2013 「八重山における水中文化遺産の現状と将来—石垣島・屋良部沖海底遺跡を中心に—」『石垣市立 八重山博物館紀要』第 22 号 石垣市立八重山博物館
- 小野林太郎 2014 「沖縄の水中文化遺産と「海底遺跡ミュージアム構想」」『Ocean Newsletter』333 号：4-5 (6 月 20 日刊行)
- 片桐千亜紀 (編) 2010 『沿岸地域遺跡分布調査概報 (Ⅲ) ～遺跡地図・概要編～』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第五五集 沖縄県立埋蔵文化財センター
- 片桐千亜紀 2011 「南西諸島で確認される鉄錨」アジア水中考古学研究編『海の文化遺産総合調査報告書—南西諸島—』pp、126-130.
- 片桐千亜紀 2014 「第 3 章沖縄の水中文化遺産」『沖縄の水中文化遺産～青い海に沈んだ歴史のカケラ～』南西諸島水中文化遺産編 ボーダーインク
- 勝矢倫生 2013 「徳川期尾道地域における手工業の発展構造：碇・農器産業の展開を中心に」『尾道市立大学地域総合センター叢書』6 号：13-44
- 野上建紀 編 2007 『水中文化遺産と考古学—海底遺跡ミュージアム構想の実現に向けて—』アジア水中考古学研究所
- Needham, J. 1971. Science and civilization in China: vol.4 physics and physical technology - civil engineering and nautics. London: Cambridge University Press.
- Ono, R, H. Kan, N. Sakagami, M. Nagano and C. Katagiri 2014 First Discovery and Mapping of Early Modern Grapnel Anchors in Ishigaki Island and Cultural Resource Management of Underwater Cultural Heritage in Okinawa. In H. Van Tilburg, S. Tripathi, V. W. Vadillo, B. Fahy, and J. Kimura (eds.) *Proceedings of the 2nd Asia-Pacific Regional Conference on Underwater Cultural Heritage*, pp. 683-697.
- Ono, R, C. Katagiri, H. Kan, N. Nagano Y. Nakanishi, Y. Yamamoto, F. Takemura and M. Sakagami 2016 Discovery of Iron Grapnel Anchors in Early Modern Ryukyu and Management of Underwater Cultural Heritages in Okinawa, Japan. *International Journal of Nautical Archaeology* 45.1: 75-91.

## 本文写真



写真 1-1 潜水調査船とグリッド枠積み込み  
(写真: 木村淳)



写真 1-2 鉄錨・壺集積での平面図グリッド枠設置と  
実測 (写真: 鉄多加志)

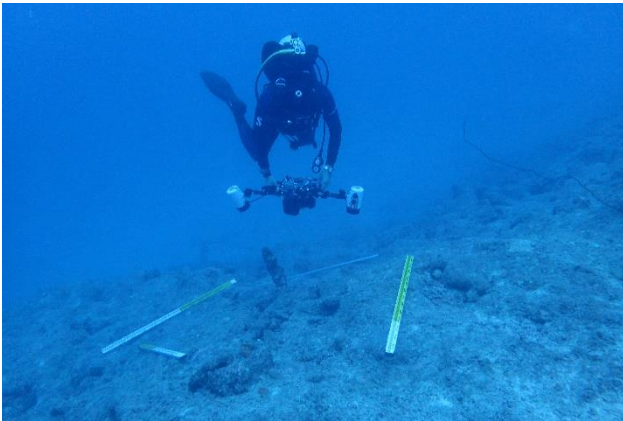


写真 1-3 水中写真測量 (写真: 吹田直子)

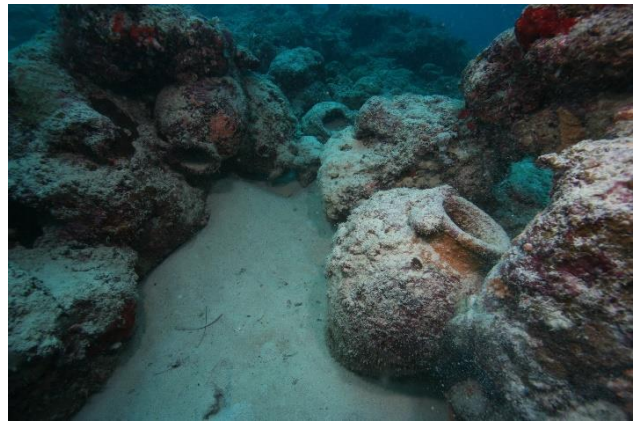


写真 1-4 屋良部沖海底遺跡の陶器密集地  
(写真: 山本裕司)

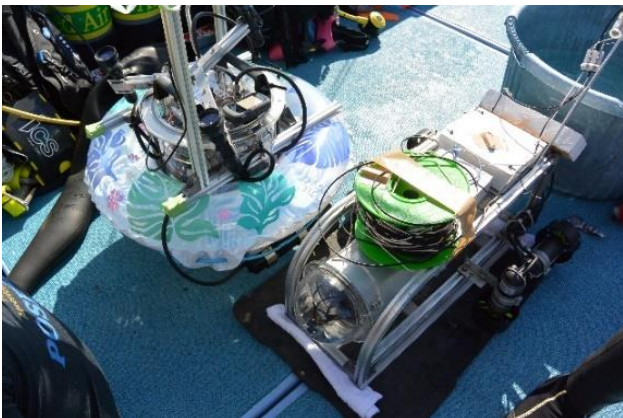


写真 1-5 ROV 型水中ロボット (右下、坂上憲光開  
発)、座標確認水上ロボット (左上、武村史朗開発)



写真 1-6 高校生による ROV を使用しての探索  
(写真: 山本裕司)



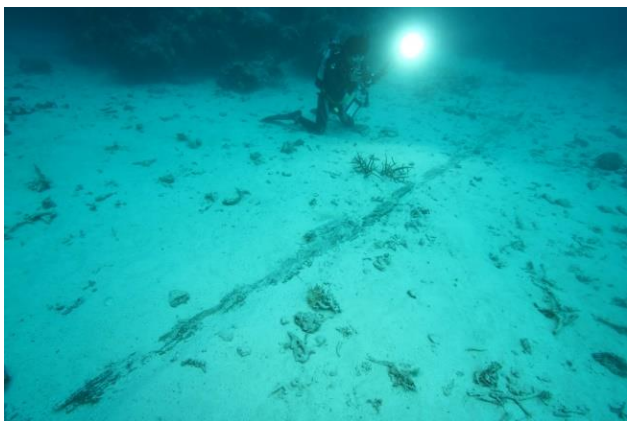


写真 2-1 沈没船の木造船体の一部（石西礁湖海底遺跡群第 3 地点）（沖縄県立埋蔵文化財センター提供）



写真 2-2 散乱する沖縄産陶器（石西礁湖海底遺跡群第 1 地点）（沖縄県立埋蔵文化財センター提供）



写真 2-3 宮良湾沖海底遺跡（港湾遺跡、石垣島）の景観（国指定史跡フルスト原遺跡より）



写真 2-4 海底に残された西欧型鉄錨（祖納沖、与那国島）（写真：山本裕司）



写真 2-5 海岸に散乱する陶磁器（安良村跡、石垣島）（沖縄県立埋蔵文化財センター提供）



写真 2-6 石切場跡（波照間島）（沖縄県立埋蔵文化財センター提供）





写真 2-7 魚垣跡（伊原間湾、石垣島）  
（沖縄県立埋蔵文化財センター提供）



写真 2-8 河川に堆積する遺物（かトゥら貝塚、西表島）（北条 2007 より転載）



写真 3-1 屋良部沖海底遺跡 1 号鉄錨  
（写真：木村淳）



写真 3-2 屋良部沖海底遺跡 2 号鉄錨  
（写真：山本裕司）



写真 3-3 屋良部沖海底遺跡 3 号鉄錨  
（写真：木村淳）



写真 3-4 屋良部沖海底遺跡 4 号鉄錨  
（写真：木村淳）





写真 3-5 屋良部沖海底遺跡 5 号鉄錨  
(写真: 山船晃太郎)



写真 3-6 屋良部沖海底遺跡 6 号鉄錨  
(写真: 山船晃太郎)



写真 3-7 屋良部沖海底遺跡 7 号鉄錨  
(写真: 山本裕司)



写真 3-8 屋良部沖海底遺跡 8 号鉄錨  
(写真: 木村淳)



写真 4-1 屋良部沖の「隠れ根」頂部にみられる野底層よりなる凸地形 (写真: 菅浩伸)

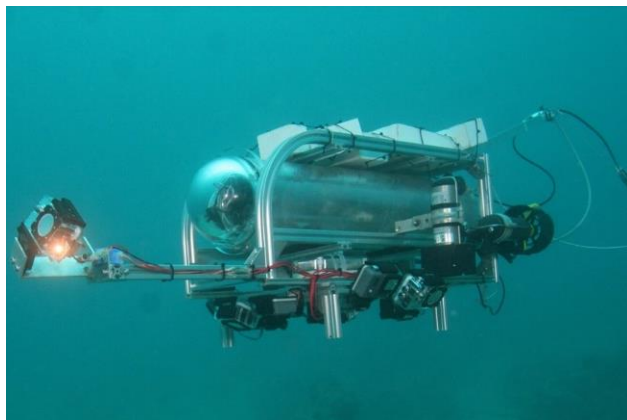


写真 6-1 胴体部に水中カメラを搭載した ROV  
(坂上憲光研究室開発)





写真 7-1 2015 年石垣島ダビングサービス対象屋良部沖海底見学会ブリーフィング（写真：山本裕司）



写真 7-2 2015 年石垣島ダビングサービス対象屋良部沖海底遺跡見学会（写真：山本裕司）



写真 7-3 2017 年見学会前夜のシンポジウム（写真：中西裕見子）



写真 7-4 2017 年屋良部沖海底遺跡見学会参加の船がポイントに集合するようす（写真：中西裕見子）

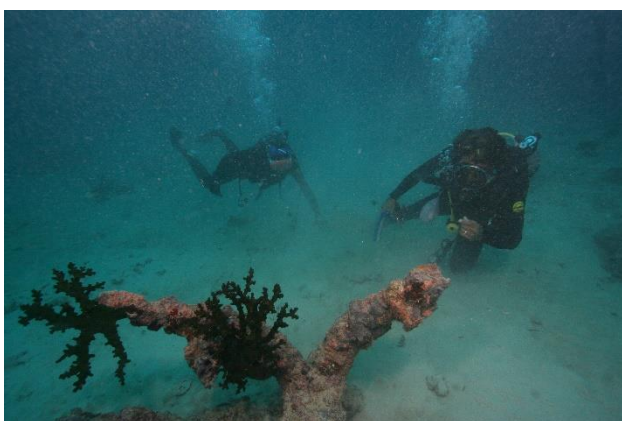


写真 7-5 2017 年屋良部沖海底遺跡一般参加見学会（写真：山本裕司）



写真 7-6 大阪会場での中継（写真：門林理恵子）

---

や ら ぶ おきかいていい せ き ちょう さ ほう こ く  
屋良部沖海底遺跡調査報告

---

|         |                    |
|---------|--------------------|
| 編 集     | 小野林太郎・木村淳          |
| 編 集 機 関 | 東海大学海洋学部海洋文明学科     |
| 所 在 地   | 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 |
| 発 行     | 2018 年 3 月 25 日    |
| 印 刷     | サイト一印刷株式会社         |

---