

れる。さらにその下部前面に階段状に石が続くことから、少なくとも2回以上面から石材を割ったと考えられる。このほか小型の矢穴も存在し、後世に採石が試みられていることも窺える。

また、上記の谷最深部の石材に向かって谷の両側に石垣が構築されている。道側の石垣は同石材の近くで一部認められるだけであるが、道の反対側は上記石材に突き当てて、十数mにわたり石垣が続いている。人頭大の小振りの石材を多用し、落とし込むような積み方が見られ、近代以降の所産と思われるが、やや大振りの石材も交じり、幅 10cm 程度の矢穴を有する石材なども数石見られ、近辺に所在した残石を再利用したものと考えられる。

なお、大山津見神社の背後の山中には石垣石材に相当と思われる良好な花崗岩の転石が多数散在しており、石丁場の範囲が広がる可能性を期待し分布調査を行ったが、比較的小型の矢穴はみられるものの、大型の矢穴を持つ石材は発見できなかった。

(大嶋)

### Ⅲ. 小瀬原石丁場における SUP を用いた残石水中調査

#### 1. 調査の経緯及び使用機器について

土庄町の西海岸では、沿岸部の極めて水深が浅い潮間帯に残石が多く分布する。水中残石の分布把握にはサイドスキャンソナーが有効である（高田ほか 2018）。しかし、船での調査は座礁の危険があり、機器を用いた計測が潮間帯では困難であった。そこで SUP（スタンドアップ・パドルボート）にサイドスキャンソナーを搭載することで計測可能となった。その調査の詳細を紹介する。

調査位置は、小豆島の西海岸にあたる小瀬である。令和 4 年 9 月に 2 日間で沿岸部約 700 m の距離、118,000 m<sup>2</sup>の範囲を計測した（第 2 図の図 3）。その後、令和 5 年 2 月 3 日に追加調査を行い、画像解析及び図化をおこなった。SUP は STARBOARD 製 2020 STARSHIP ALLWATER DX（18' 6 × 60"）の 8 人乗りを用いた。空気で膨らませて利用する仕様であるため、保管時はコンパクトに折り畳むことができ、持ち運びも比較的容易である。計測者 2 名及び漕ぎ手 2 名の計 4 名と調査に必要な機材を積載した上で、喫水が約 30cm であった。サイドスキャンソナーの使用器材は、Lowrance 製 HDS- 7 LIVE /Active Imaging 3-in-1 を使い、解析には ReefMaster v2.2.57.0 を使用した。合わせて、座標データの検証のため、ビズステーション株式会社製 RTK-GNSS「RWP」（補正情報：ALES。以下、RTK）を使用し、航跡の記録とした。また GARMIN 製 GPSMAP 62SCJ によって海底に石材が多く見られる場所の位置情報を取得した。

#### 2. 調査概要

SUP の中央部にある、本来はセイルを取り付ける箇所を利用してソナー機材を設置し、SUP 上でモニターを確認しながら航行した（第 2 図の図 5）。岸と平行に SUP を移動させ、計測範囲の両端で沖側折り返し、浅瀬から沖へと進めていった。過不足なくデータ取得できるよう計測範囲が重ならないように移動するよう努めた。

計測したデータについて、HDS-7 LIVE から s13 形式にて出力し、ReefMaster に取り込んだ。そしてモザイクオプションにて当該データからモザイク画像を生成した。モザイク画像を KML 形式で出力し、QGIS に取り込み、geoTiff として出力した。QGIS には RTK から取得した位置

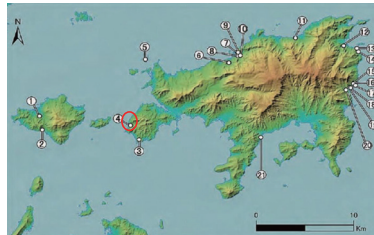
# 沿岸部潮間帯における SUP及びサイドスキャンソナーによる 水中遺跡の分布調査:小豆島西海岸の近世石丁場の事例

中西裕見子 高田祐一 橋詰茂 森下英治 大嶋和則 梶原慎司 松田朝由 坪佐利治 大川大地

## 1.はじめに

香川県内にある瀬戸内で二番目に大きな島である小豆島は近世 徳川期の大坂城石垣築造のための石丁場として知られ、沿岸部に 残石が多く分布する。しかし、**潮間帯に散布する石材は、船では 座礁の危険**があり、機器を用いた計測が困難であったところ、SUP(スタンドアップ・パドルボート)にスキャンソナーを搭載 することで可能となった。小瀬石丁場での実践例を紹介する(図1)。

図1 調査地  
赤枠線が調査地である  
小瀬石丁場



## 2.調査概要

調査位置は、島の西側の土庄港フェリーターミナルから西側に回り込んだ、島の西海岸にあたる。令和4年9月に2日間で沿岸部約 700mの距離、118,000 m<sup>2</sup>の範囲を計測した(図3)。その後、令和5年2月3日に、追加調査を行い、画像解析及び図化をおこなった。SUPは STARBOAR 製 2020 STARSHIP ALLWATER DX (18'6×60")の8人乗りを用いた。空気で膨らませて利用する仕様であるため、持ち運びも比較的容易である(図2)。計測者2名及び漕ぎ手2名の計4名と調査に必要な機材を積載した上で、**奥水が約 30cmであった**。スキャンソナーの使用器材は、Lowrance製 HDS-7LIVE /Active Imaging 3-in-1を用い、解析にはReefMaster v2.2.57.0を使用した。合わせて、座標データの検証のため、ビズステーション株式会社製 RTK-GNSS「RWP」(補正情報:ALES。以下、RTK)を使用し、航跡の記録とした。またGARMIN 製GPSMAP62SCJによって海底に石材が多く見られる場所の位置情報を取得した。

### サイドスキャンソナー×SUP



図2 SUPによる潮間帯の航行



図5 スキャンソナー機材とRTK-GNSS

## 3.調査成果

調査で得られたデータから特に石材が集中する箇所が3箇所あった。これらは、小瀬原石丁場のある山裾の沖にあたる。図4は、**干潮時に実施したフォトグラメトリによる石材分布図と満潮時に実施したサイドスキャンソナーによる図を実験的に重ねてみた図**である。両図において石材がほぼ形状や位置が一致した。しかしSUPは波等によって航行に影響するため、ソナーが乱れる場合があり、完全一致は期待できない。**SUPを利用すると、海岸までシームレスに計測が可能になり、また廉価で携帯性にも優れるため、自治体等の小規模な予算でも有効な成果を得ることができることが確認された**

### 少人数で水中118,000 m<sup>2</sup>の範囲を計測



図3 調査範囲全体

### サイドスキャンソナー×フォトグラメトリ

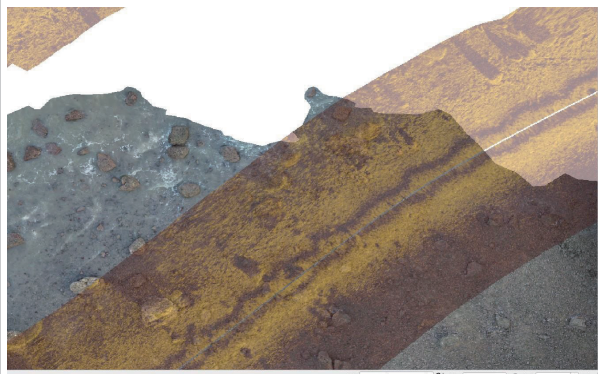


図4 海底の石材分布図

## 4.今後の課題

今回は比較的広い範囲を計測し、石材分布が集中する範囲を特定した。今後は、これらの分布集中範囲において、各々の詳細調査が必要となる。1点ずつ自然石であるか矢穴等の加工痕が見られるかを目視により同定し、加工石材の分布を確認する調査を要する。これは時間と人手が必要となる作業であるため、SUPという手段で、詳細調査の必要範囲を短期間で限定できたことは調査効率の向上に有効であった。

情報も取り込んだ。そして HDS-7 LIVE の位置情報を比較したところ、数 m 程度一致しないため、RTK による位置情報を用いてソナーデータにジオリファレンスにて補正した。

### 3. 調査成果

調査で得られたデータから特に石材が集中する箇所が 3 箇所あった。これらは、小瀬原石丁場のある山裾の沖にあたる。精度確認のため、第 2 図の図 4 は干潮時に実施したフォトグラメトリによる石材分布図と満潮時に実施したサイドスキャンソナーによる図を実験的に重ねた図である。両図において石材がほぼ形状や位置が一致した。しかし SUP は波等によって航行に影響を受けるため、ソナーが乱れる場合があり、原理的に完全一致は期待できない。しかしながら SUP を利用すると、海岸までシームレスに計測が可能になり、また廉価で携帯性にも優れるため、自治体等の小規模な予算でも有効な成果を得ることができることが確認された。

### 4. 今後の課題

今回は比較的広い範囲を計測し、石材分布が集中する範囲を特定した。今後は、これらの分布集中範囲において、各々の詳細調査が必要となる。1 点ずつ自然石であるか矢穴等の加工痕が見られるかを目視により同定し、加工石材の分布を確認する調査を要する。これは時間と人手が必要となる作業であるため、SUP という手段で詳細調査の必要範囲を短期間で特定できたことは調査効率の向上に有効であった。

本成果については、令和 5 年度日本考古学協会総会においてポスター発表を行った(第 2 図)。  
(高田・中西)

第 1 表 使用した調査機材類

機材名	商品名	用途	価格(概算)
SUP (スタンドアップ・パドルボート)	STARBOARD製2020 STARSHIP ALLWATER DX (18'6×60") 8人乗り	計測機材を設置し 水上を移動	約40万円
サイドスキャンソナー	Lowrance製HDS- 7 LIVE /Active Imaging 3-in-1	音波を発振し、 海底面を計測	約12万円
水中地形図作成ソフト	ReefMaster	サイドスキャンソナー のデータを図化	約2万円
GISソフト	QGIS	位置情報の補正	0円(オープンソース)
RTK-GNSS	DG-PRO1RWS	センチメートル級の 位置測定	約9万円
位置補正情報生成 /配信サービス	ALES配信システム	位置情報の補正	年間約4万円
ハンディGPS	GPSMAP 62SCJ	簡易位置測定	約6万(販売当時)

## IV. 小瀬海岸の突堤状遺構

小瀬の集落の北側の海岸部の調査は橋詰茂氏による研究(橋詰 2019)に先行調査がある。海岸部は護岸工事が行われており護岸の石材にも矢穴が残るものも少なくない。矢穴を有する