

## 令和3年度糸島市協定大学等課題解決型研究事業 研究成果ダイジェスト版

### 研究タイトル

糸島市沿岸域における磯焼けの現状と対策に関する研究

### 研究者名

九州大学大学院比較社会文化研究院附属浅海底フロンティア研究センター 教授 菅浩伸  
九州大学大学院工学研究院環境社会部門・大学院比較社会文化研究院附属 浅海底フロンティア研究センター 准教授 清野聡子

### 研究協力者

九州大学大学院比較社会文化研究院 准教授 三納正美  
九州大学大学院比較社会文化研究院 准教授 藤岡悠一郎  
九州大学大学院工学研究院環境社会部門 助教 西山浩司  
九州大学地球社会統合科学府博士後期課程2年 佐野亘  
九州大学地球社会統合科学府博士後期課程1年 木村颯  
九州大学共創学部共創学科4年 笹川珠希  
一般社団法人ふくおか FUN 大神弘太郎  
一般社団法人ふくおか FUN 平山彪悟  
一般社団法人ふくおか FUN 智原絵里

### 研究期間

令和3年5月18日～令和4年3月31日

### 研究計画の内容

藻場は生物多様性が高く、沿岸域の生態系や漁業において非常に重要な場所である。しかし、水温上昇などによって藻場が消失する「磯焼け」現象が発生すると、生態系や漁獲高に重大な影響が生じる。糸島市沿岸の姫島周辺においても、磯焼けが喫緊の課題となっている。本研究では、漁業者に対するヒヤリング調査と糸島市姫島周辺で海底地形や藻類の分布などの海洋環境に関する調査を行い、磯焼けの現状把握と要因に関する考察を行い、磯焼け問題の改善に資する基礎資料の整備と対策について検討することを目的とした。

### 研究成果の概要

本研究では、糸島市姫島を主な研究対象地として、漁業従事者を対象とした事前ヒヤリング調査、水質計や衛星画像を用いた海水温および塩分の観測、モニタリング測線を設定した海域での潜水調査、マルチビーム測深を用いた海底地形調査、サイドスキャンソナーや水中

ドローンを用いた底質調査、作成した海底地形図を基にした漁場聞き取り調査を実施した。

その結果、姫島周辺では夏季に水深 2m 以下で高水温・低塩分海水層が存在すること、冬季には唐津湾西部で対馬暖流から派生する舌状暖水塊の流入が認められることが、海岸付近の藻場に影響を及ぼしていると考えられる。磯焼けが顕著にみられる姫島西岸では、海岸沖の水深 8~14m の岩場・巨礫底では藻類の良好な生育が認められた。藻類の避難地（レフュジア）としての役割が期待できる。マルチビーム測深を用いて作成した島の周囲の高解像度海底地形図およびサイドスキャンソナーを用いた観察結果から、これと同等の条件を持つ海域は、姫島の南東岸で最も大きく広がる。漁業者への聞き取り調査および我々の測器類を用いた観察結果から、姫島東岸から南東岸は、島内で最も海中環境が安定し豊かな漁場であることがわかった。

今後、水温・塩分の変化が大きい唐津湾内では多地点での水質モニタリング調査を実施して海域を評価する必要がある。ウニ類の除去時期については、ウニ類の摂食活動時期を考慮し、漁業者との調整を図る必要がある。今後の磯焼け対策海域や保全海域の設定、漁場開拓の可能性について考えるにあたり、本研究で作成した姫島沿岸の海底地形図は漁業者の情報を得て話し合いを行うための基図となる。

## 研究成果

### 【漁業従事者を対象とした事前ヒヤリング調査】

姫島にて主に漁業従事者を対象に、藻場の衰退状況やウニ類や植食性魚類の生息状況、漁業への影響などの項目を中心にヒヤリングを行った。

姫島沿岸では 20 年ほど前から藻類が減り始め、約 3~6 年前より磯焼けが深刻になった。磯焼けに先んじてアワビが減ったとの証言も得られた。バフンウニは 10 年ほど前からいなくなつた。ムラサキウニは増加しているが身が入らなくなつた。ガンガゼも増加しており、ムラサキウニとともに駆除対象である。ウニ類と同様に食害を引き起こす植食性魚類に関しては、近年アイゴ（バリ）の増加が顕著である。アイゴは体長 5~10cm の時期に海藻の芽を摂食する。以前は夏季のみ視認されていたアイゴが、近年は年中確認されるようになった。一部の漁業者からは、昔と比べ冬場に手が凍えることがなくなったことから、特に冬場の海水温上昇を実感するという証言も得られた。磯焼けは島の西側で顕著に進んでおり、現在は東側でも見られるようになった。

磯焼け対策の一つであるウニ除去は、姫島では例年 9 月から 11 月頃に、年 4、5 回実施されている。漁獲量は近年大幅に減少しており、漁期や魚種の変化もみられるとの証言も得られた。潜水漁などからサワラ漁へ移行した漁業者も存在する。

### 【海水温および塩分の観測】

姫島周辺にて、藻類の生育や磯焼け問題と関連する海水温と塩分を計測した。計測には直読式総合水質計 AAQ176 を用い、水温は8月・11月・2月の3回、塩分は8月と11月の2回実施した。調査の結果、8月の水温は約25～29℃、11月は約19～21℃であった（図2）。また、8月調査時はすべての地点で海面と海底近くで約4℃の温度差があったが、11月調査時はすべての地点で温度差が1℃未満であり、8月は水温と塩分ともに水深2m程度に顕著な躍層が認められた（図3）。



図1 水質調査地点

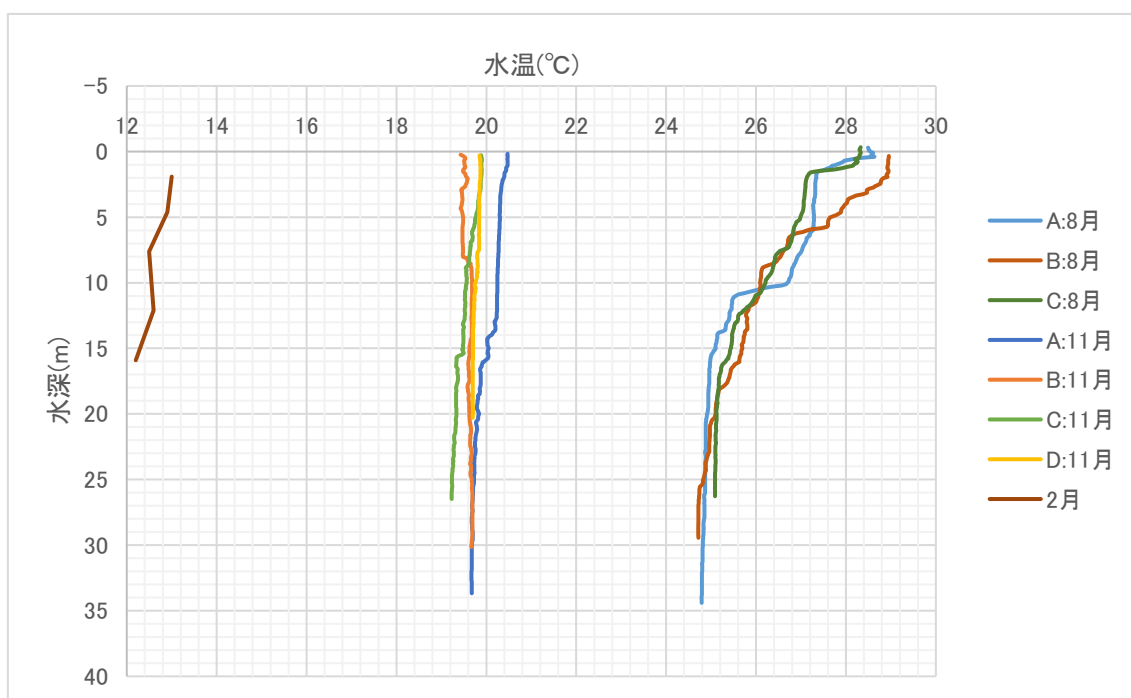


図2 水温の鉛直プロファイル（8・11・2月）

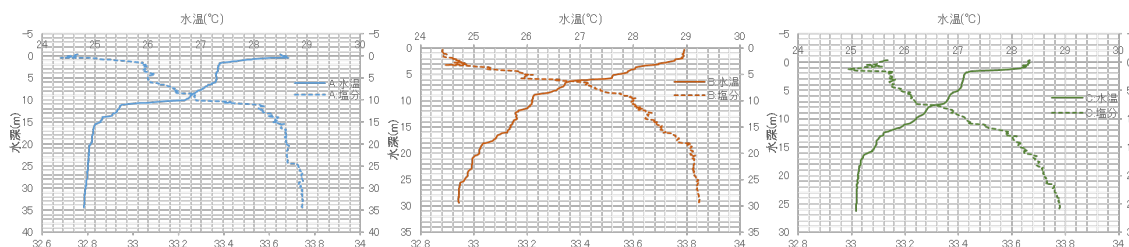


図3 水温と塩分の鉛直プロファイル（8月）

### 【衛星画像解析】

姫島周辺で水温塩分の観測を実施した8月・11月・2月について、広域の情報を得るた

め、衛星画像の解析を行った。気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)搭載光学センサ「多波長光学放射計」(SGLI)の日本周辺域の準リアル観測データを使用し、250m 分解能の海面水温とクロロフィル a 濃度の画像を用いて、糸島周辺の海水温および植物プランクトンの分布を可視化した(図4)。夏季(8月)は唐津湾内で水温の上昇(図4a)と河川水由来の植物プランクトンの上昇(図4b)が見られ、水質計で観測された海面付近の水温塩分躍層の存在と整合的である。冬季(2月)の水温では、唐津湾西部で対馬暖流から派生する舌状暖水塊の流入が認められ、唐津湾東部より水温が高い(図4c)。姫島では西岸で冬季に水温が上昇しやすいと推定できる。

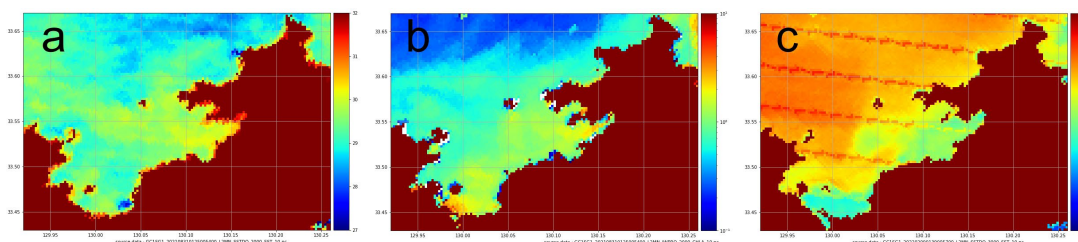


図4 糸島周辺海域における2021年8月の海面水温(a)、8月のクロロフィルa濃度(b)、2022年2月の海面水温(c)

#### 【潜水調査】

磯焼けの現状を把握するために、姫島南西部の沿岸から沖合に向かって調査側線を設定し、水深、底質、地形、藻類の種類や生育状況について目視観察する潜水調査を実施した。調査測線は、海岸護岸を起点0mとし、底質が砂質に変化し藻類が見られなくなる200m地点までとした。調査は6月と2月の2回実施し、生物相の季節変化も検証した。

調査測線の地形(図5)は、陸側から①海岸巨礫帯、②水深7m~14m緩斜面、③堤防状巨礫帯海側斜面、④沖側平坦面がみられ、①の海岸巨礫帯は、海岸巨礫帯上面、海岸巨礫帯斜面、海岸巨礫帯縁辺斜面に細分化することができる。

6月および2月に観察された藻類およびウニ類の生息状況は以下の通りである(図5、図6)。6月は海岸巨礫帯にサンゴモが生息し、水深7m~14m緩斜面にコンブ目やヒバマタ目が巨礫上に生息している状況が見られた。ウニ類は海岸巨礫帯上面に密生しており、巨礫帯縁辺斜面より海側では徐々に少なくなり、水深10m以深ではほとんど確認できなかった。海岸巨礫帯斜面及び堤防状巨礫帯海岸斜面には上記のような藻類やウニ類は認められなかった。2月は海岸巨礫帯辺々斜面にフクロノリが生息し、海岸巨礫帯縁辺斜面から緩斜面陸側部にかけてタマハハキモクが出現する。タマハハキモクは緩斜面陸側部で優位に生息するが、海側部では巨礫上にわずかに見られる程度であった。タマハハキモクが減少するのに反して、水深8m付近からクロメが優勢となり、堤防状巨礫帯手前まで分布する。ウニ類は6月と同様の範囲(海岸巨礫帯上面~緩斜面陸側部)で認められ、巨礫帯上面に密集していた。6月と2月を比較すると、藻類の種類にはそれほど大きな変化は見られず、クロメとタ

マハハキモクの生息範囲が異なる結果となった。ウニ類の生息範囲に変化は見られなかった。

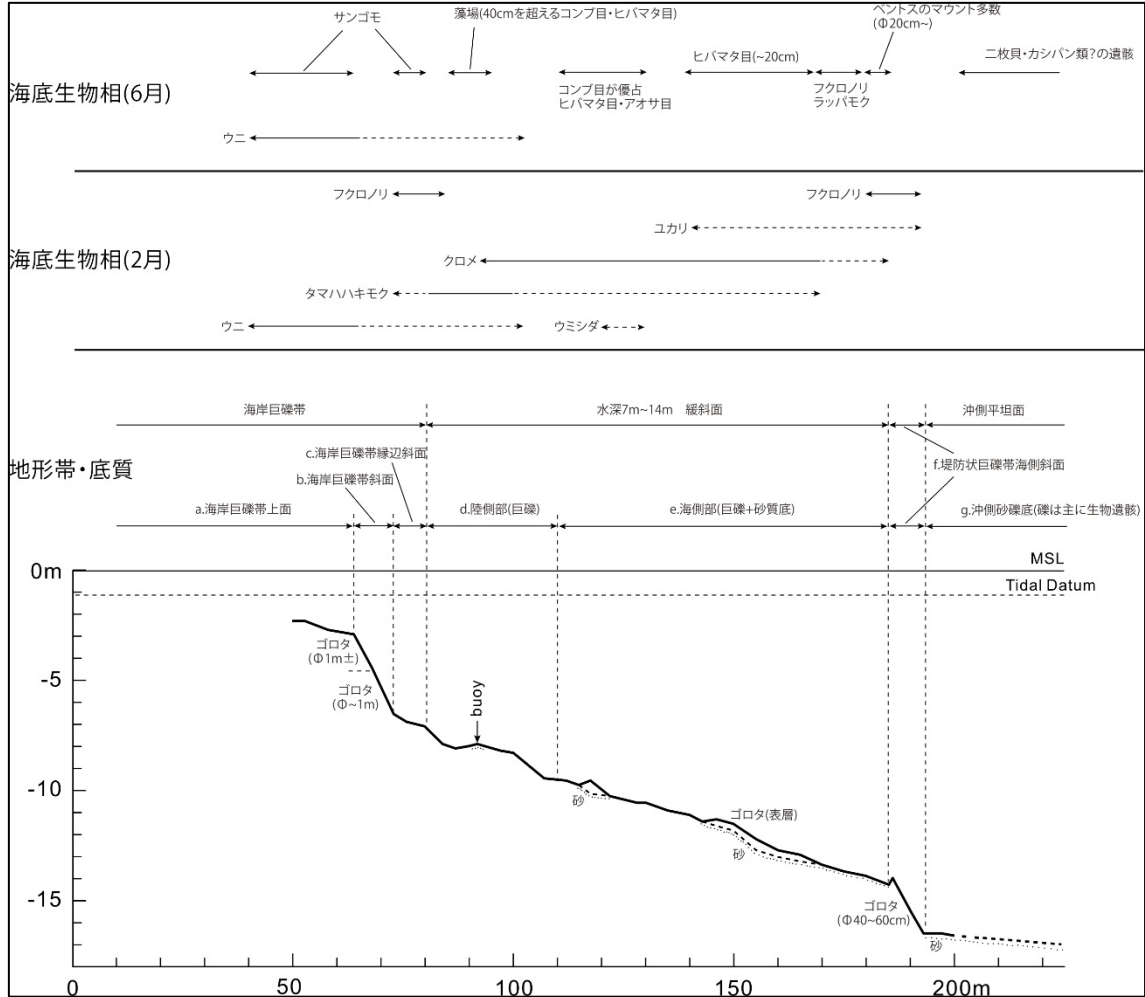


図 5 姫島南西岸沖の地形断面と生物相

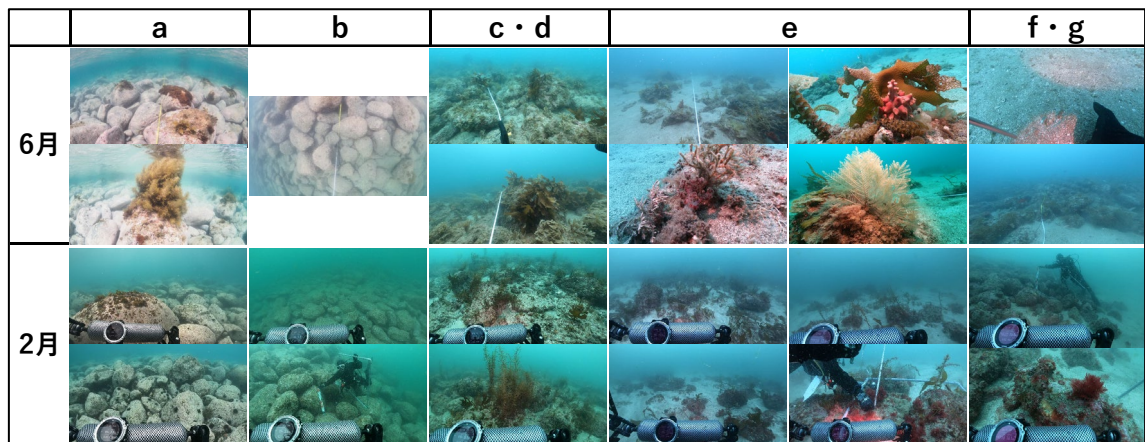


図 6 各地点の観察結果

潜水調査の結果明らかになった姫島西岸の海底地形と生物相について、以下のような模式図を作成した（図7）。藻類の分布は2月の状況をあらわしている。ウニ類は水深5m以浅の巨礫上で密に生息するが、それ以深ではほとんど見られない。一方、水深8~14mの岩場では藻類が生育する。陸側の巨礫沿いではタマハハキモクが卓越するが、それより沖側ではクロメが広く分布する。以上のように水深8~14mの岩場（あるいは安定した巨礫）からなる緩斜面で藻類の良好な生育が認められた。それ以深の水深17m付近の平坦面（緩斜面）は底質が主に砂よりなるため、藻類の着床は難しい。

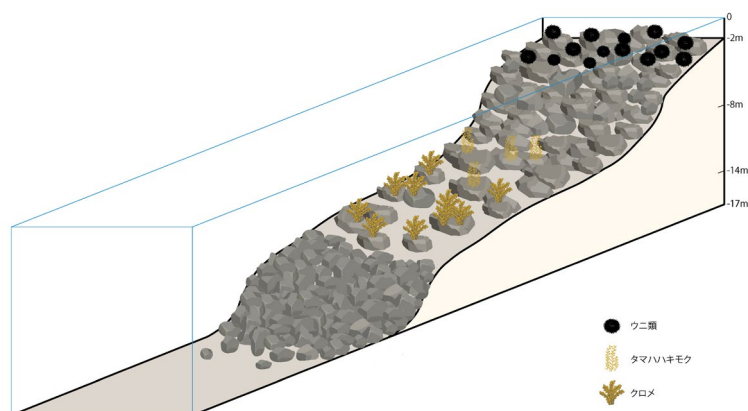


図7 姫島西岸沖の海底地形—生物相の模式図

【マルチビーム測深を用いた海底地形調査】

姫島沿岸と芥屋（黒磯）沿岸において、マルチビーム測深機を用いて0.5mグリッドの高解像度海底地形図を作成した（図8）。測深にあたっては、九州大学菅研究室にて運用を続けているワイドバンドマルチビーム測深機 R2Sonic2022 を用いた。姫島では周囲の海底地形約4.01 km<sup>2</sup>の測深を行った。測深に要した航行距離は69.7km、測深海域の最小水深は1.37m、最大水深は36.13mである。海底地形図上では岩場の位置や形状、深度が正確に可視化された。これは海中環境や漁場について、漁業者とともに話し合い考えるための基図となる。

姫島は南北1.2km、東西1km、最高地点186.6mの島である。島はほぼ円錐形をなす

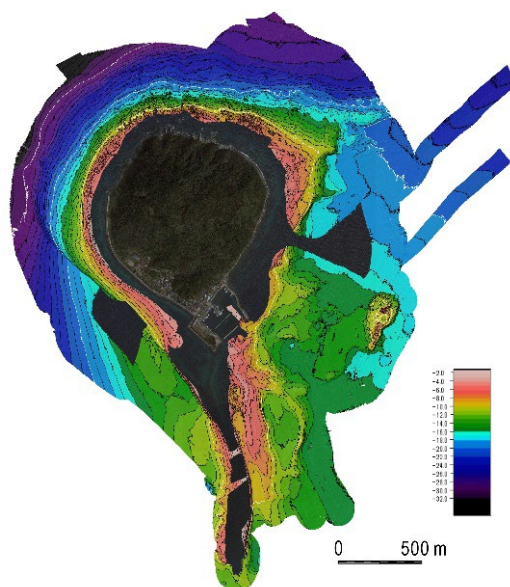


図8 姫島周辺の海底地形調査結果



が、最高地点はやや北寄りに位置しており、島の北側が急峻である。島の北岸は海岸付近に離岩が多く、海底の斜面も3~4°と他の沿岸より急である。島の東西には水深20m以浅の海底が張り出している。西は約200mで水深25m付近の緩斜面となるが、東で800m以上の海底の尾根が続く。島の南西側および南東側の海域では水深17m以深が緩斜面となる。潜水調査などから、この緩斜面は砂礫からなっていることが判っており、定置網が設置されていることが多い。東西の2未測深海域は測深時に定置網が設置されていた海域である。

島の南東部には水面下の岩礁（前曾根）がある。姫島南東岩と前曾根の間は、それ以北に広がる沿岸の緩斜面（水深17~18m）より高く、水深14~16mの海底が広がる。前曾根は長軸方向（NNE-SSW）360m、短軸方向（WNW-ESE）180mの広がりをもつ。平坦な台状地形（水深約11m）の中央に頂部水深が6mに達する塔状の高まりがある。前曾根の東側は水深17m付近の平坦面となる。

島の南部には海面付近に達する尾根状地形（リッジ）が南へと延びる。おそらく基底に尾根状地形が存在し、その上に砂礫の堆積がみられるものと思われる。リッジの周辺は水深には水深15m以浅の海域が広がるが、特にリッジの東側では、中央のリッジに平行な海底洲が2列認められる。頂部水深は中央に近い海底洲からそれぞれ5.5~6mと10~11mである。

#### 【サイドスキャンソナーを用いた底質調査】

姫島周辺の海底の底質と藻類の生育状況を確認するため、曳航式サイドスキャンソナーによる底質調査を実施した。サイドスキャンソナーは音波の反射強度によって海中から海底の状態を可視化する装置であり、マルチビーム測深で作成した高解像度海底地形図上で任意の測線に沿って広範囲の底質調査を進めることが可能である。装置はStarfish452F（450kHz）とGNSSを用いた。4測線で調査を実施したところ、地点④において藻類の顕著な繁茂が認められた（図9）。

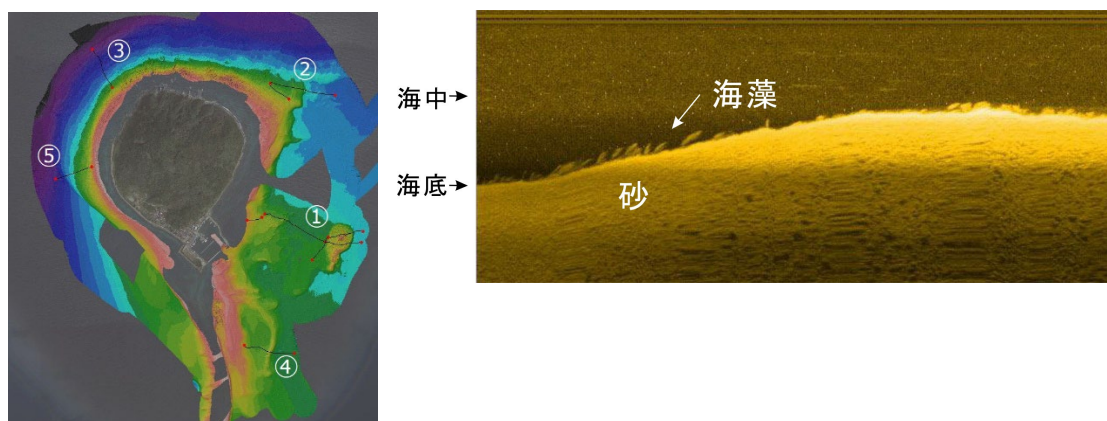


図9 サイドスキャン測線（左）と測線④でみられた海藻の繁茂（右）

### 【水中ドローンを用いた調査】

サイドスキャンソナーで調査した海域③④の2カ所について、底質を目視で確認するため水中ドローン調査を実施した（図 10）。水中ドローンは BlueRobotics 社製 BlueROV2 を使用した。姫島北西部(a 地点、水深約 23m)の底質は主に巨礫よりなり、礫上に藻類はほとんど確認されなかった。南東部(b 地点、水深 15m)はサイドスキャンソナーの探査結果を裏付けるように、礫上に藻類の繁茂が認められた（図 11）。姫島北岸に比べ、南東側海域で藻類の生育が顕著である。

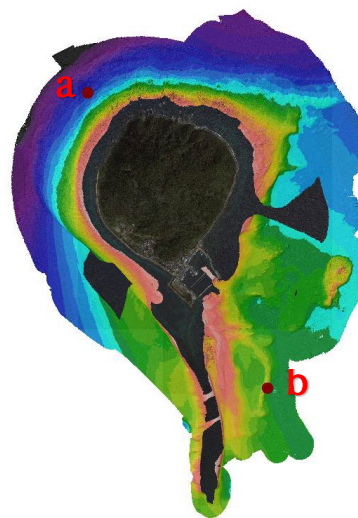


図 10 水中ドローン調査地点



図 11 水中ドローン調査結果（左：a 地点(北西部) 右：b 地点(南東部)）



### 【海底地形図を基にした漁場聞き取り調査】

海底地形調査で作成した海底地形図を基に、姫島の漁業者および住民に計4回・約19名（延べ人数）のヒヤリング調査を実施し、主に次のような内容が確認できた（図12）。

魚類は島の南岸沖から島に沿って北上するため、漁場は島の南岸域に多い。主な漁場は以下のとおりである。① 昔から続く個人定置網設置海域であり、回遊魚をはじめクエ・シロサバフグ・ヒラメなどの底物が獲れる。② 漁協の定置網設置海域であり、サワラ・アジ・サバ・ブリなどが獲れる。③ イワシ・アジ・サバの群れが確認されることがある。④ 南東部の水深15m前後の場所では 建て網漁・刺し網漁が行われている。この場所で潜水漁は行われていない。

素潜り漁では、島の北部でアワビ、南部でサザエを主に採る。磯焼けの進行に伴い、漁師のなりわいは、収入を上げにくい素潜りなどの漁から、サワラ釣りや遊漁船・たて網漁に変化している。

### 【まとめ】

水質調査の結果、姫島周辺では夏季に顕著な水温・塩分躍層が認められ、水深2m以浅で高水温・低塩分海水層が存在する。海岸付近の藻場に影響を及ぼしていると考えられる。また、衛星画像解析の結果、冬季には唐津湾西部で対馬暖流から派生する舌状暖水塊の流入が認められる。姫島では東岸よりも西岸で、冬季の水温上昇の影響を受けることが推定できる。このことは、聞き取り調査から得られた「磯焼けは姫島の西側から顕著に進んでいる」との証言と一致する。なお、本研究では芥屋北海岸でも比較のための調査を行った。マルチビーム測深、潜水調査、聞き取り調査である。芥屋北岸は藻場が残っており、唐津湾内より漁場としても豊かであることが推定できる。湾外では水温や塩分の変動が少ないことがその要因と考えられる。

姫島西岸は磯焼けが顕著な海域であるが、海岸沖の水深8~14mの岩場・巨礫底では藻類の良好な生育が認められた。この場所ではウニの発生もほとんどみられない。このため、水深8~14mの岩場・巨礫底は藻類の避難地（レフュジア）としての役割が期待できる。

マルチビーム測深を用いて作成した島の周囲の高解像度海底地形図およびサイドスキャンソナーを用いた観察結果から、これと同等の条件（水深8~14mの岩場・巨礫底）は、姫島の南東岸で最も大きく広がる。島の南西岸および西岸、北東岸にも一定の広がりがみられる。水中ドローンを用いた調査では島の南東岸に藻場の存在が確認できた。漁業者への聞き

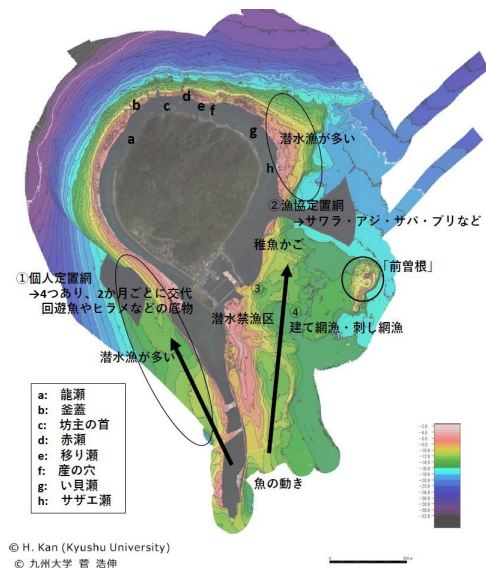


図12 姫島周辺の漁場聞き取り調査結果

取り調査および我々の測器類を用いた観察結果から、姫島東岸から南東岸は、島内で最も海中環境が安定し豊かな漁場であることがわかった。今後、同様な条件を持つこれらの海域を精査し、藻場が成立する可能性が大きい海域を特定し、保全や利用を進める方策を検討することが必要になるであろう。

#### 【今後の提案】

1. 本研究の結果、唐津湾内の水温については、海域および深度による差が大きいことが予想される。今後、多地点での水質モニタリング調査によって海域を評価する必要がある。

2. 本研究ではマルチビーム測深によって高解像度海底地形図の作成を行った。これによって姫島周辺の岩場の位置や形状、深度が正確に可視化され、磯焼けなどの海中環境や漁場、今後の漁場開拓の可能性について漁業者とともに話し合い考えるための基図ができた。今後、この海底地形図を基に海域の現地調査や漁業者に対する聞き取り調査を進めることによって、漁場の開拓や保全海域や対策海域を設定することが可能となる。

姫島では、浅海域の広がりが大きく水温等の条件も良い東岸で豊かな漁場を開拓できる可能性がある。また、姫島北岸の岩礁帯は潜水漁の漁場であるが、この場所の藻場の状況についても調査を行う必要がある。また、その沖合でどのような漁獲資源が期待できるかについても、聞き取りなどの調査を進め、海底の底質情報などとあわせて漁場開拓の余地を探ることが可能であろう。

3. 磯焼けが顕著な姫島西岸においては、海岸沖の水深8~14mの岩場・巨礫底では藻類の良好な生育が認められた。このような場所は藻類の避難地（レフュジア）としての役割が期待できるため、対象海域の広がりを調査するとともに、このような場所の藻類の生かし方について検討を進める必要があるであろう。

4. 本研究の聞き取り調査から、姫島でのウニ類の除去は主に9~11月に実施されていることが判った。ウニ類の摂食活動は水温の上昇とともに活発化し、夏季がピークとなる。このため、夏場の水温のピークを過ぎた後の除去では十分にウニ類の食害を軽減することは難しい可能性があり、除去を行う時期としては摂食圧がピークに達する夏前に行うことが望ましい。現在、ウニ駆除は漁業者が中心となって実施されているため、漁期を踏まえて時期の設定が行われている。人手不足を解消し、夏前の実施を可能にするため、市民ダイバーの参入などの対策を講じることが必要であろう。また、現在は複数地点でウニ類の除去が実施されているが、ウニ除去の効果を確認するため、除去を重点的に実施する区域を設けて経過観察をすることも必要であろう。

(本研究の遂行には令和3年度糸島市協定大学等課題解決型研究事業のほか、JSPS 科研費 JP21H04379 の一部を使用した。)