

平成 29 年度
富山湾リモートセンシング
調査事業報告書

平成 30 年 3 月

公益財団法人環日本海環境協力センター

目次

1. はじめに	1
1-1 諸言	1
1-2 藻場について	1
1-3 富山県沿岸におけるこれまでの藻場分布調査	4
1-4 衛星リモートセンシングによる藻場マッピング	5
1-5 NPECによる富山県沿岸の藻場調査	6
2. 水中ビデオカメラ及びスキューバ潜水によるアマモ場調査	9
2-1 目的	9
2-2 方法	9
2-3 結果と考察	11
(1) 初夏のアマモ繁茂期の調査	11
(2) 秋のアマモ衰退期の調査	11
(3) 冬のアマモ再生・発芽期の調査	12
(4) 春のアマモ生長期の調査	12
(5) アマモ場の季節的な分布変動	15
(6) スキューバ潜水によるアマモ場調査	15
3. 衛星画像を用いた藻場分布解析	47
3-1 目的	47
3-2 解析方法	47
3-3 結果と考察	50
4. 富山湾の海藻・海草に関する文献	52
4-1 論文－藻場－	52
4-2 論文－海藻培養－	53
4-3 報告書	53
4-4 本	54
4-5 本報告書内で参考にした文献	54

1. はじめに

1-1 諸言

藻場は、沿岸における水質環境を保全する上で重要な働きを果たしているとともに、魚介類の生息場や産卵場となって生物多様性を支えている貴重な場所である（新井，2002；水産庁，http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/tamenteki/kaisetu/moba/moba_genjou/）。しかしながら、その消失や衰退が全国各地から報告されており、沿岸生態系全体の生物多様性にも大きな影響を及ぼす可能性がある。

富山県沿岸にも豊かな藻場の存在が知られているが、いくつかの場所では、全国と同様にその衰退が報告されている（Fujita *et al.*, 2006；富山水試，2007）。今後、豊かな海づくりに向けた市民参加の活動などにより、その保全を図っていくためには、その役割や重要性について一般の方々に理解を深めてもらうとともに、藻場の分布域やその変化を適切に把握することが大切である。

公益財団法人環日本海環境協力センター（以下、NPEC）では、平成24～26年度の3カ年にわたり、富山湾の代表的な藻場において、人工衛星画像解析による分布域推定を行うとともに、海藻の繁茂状況や底生生物の生息状況を現場での潜水調査などにより把握し、藻場の重要性を明らかとした。平成27年度には、豊かな沿岸域創造検討会のとりまとめ結果をもとに、一般の人々に藻場の重要性を理解してもらうための小冊子を作成した。また、過去4カ年では精度の高い解析できなかった砂泥域に繁茂する海草アマモ類の分布域（アマモ場）を明らかにするために、本年度においても現場での水中カメラによる観測調査を実施するとともに、人工衛星画像を用いた画像解析を実施した。

本年度（平成29年度）は、平成27、28年度に得られた知見をもとに、調査時期と現場での調査地点を増やし、アマモ場の季節的消長についても詳細な観察を行った。加えて、昨年度には用いていない水中補正（Bottom Reflectance Index : Sagawa *et al* 2010）を行うことによって、人工衛星画像を活用したアマモ場分布域の推定を実施した。

1-2 藻場について

日本の浅海域の主に潮下帯では、陸上の森林や草原と同じように大型の海藻や海草が群生して広がる植物群落があり、これらを「藻場」と呼んでいる（小松ほか，2009）。海藻は海に生育する大型の藻類で、紅藻、褐藻、緑藻の3グループあり、主に岩礁・転石域に分布する。海草は陸上で進化した種子植物のうち海に生活の場を戻した植物群で、岩などに付着する種もあるが、主に砂泥域に分布する。藻場は、優占する海藻により、コンブ場、アラメ場、カジメ場、ガラモ場（写真1-1：ホンダワラ類の藻場）、テングサ場、アマモ場（写真1-2）と呼んでいる（藤田，2010）。



写真 1-1 ガラモ場

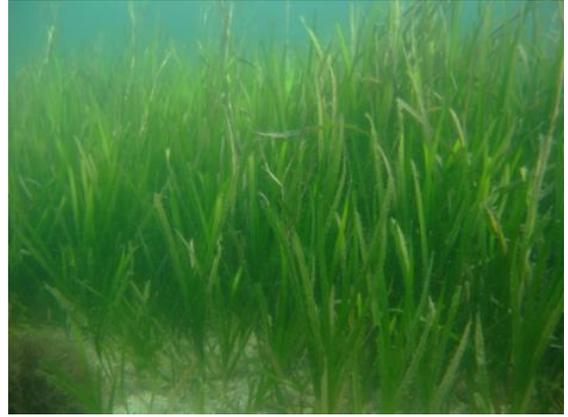


写真 1-2 アマモ場

富山県沿岸域に生育する海藻は、約 300 種で、その内、紅藻が約 180 種、褐藻が約 80 種、緑藻が約 40 種と報告されている（藤田,2001）。また、海草においては、アマモ、コアマモ、スゲアマモ、ウミヒルモの 4 種が生育している。本報告書では、岩礁や転石などに付着して生育する海藻で構成される藻場を「岩礁性藻場」（写真 1-3）、上記 4 種の海草で構成される砂泥性藻場を「アマモ場」（写真 1-4）として記載する。なお、本県の藻場の分布について、図 1-1 に示した。

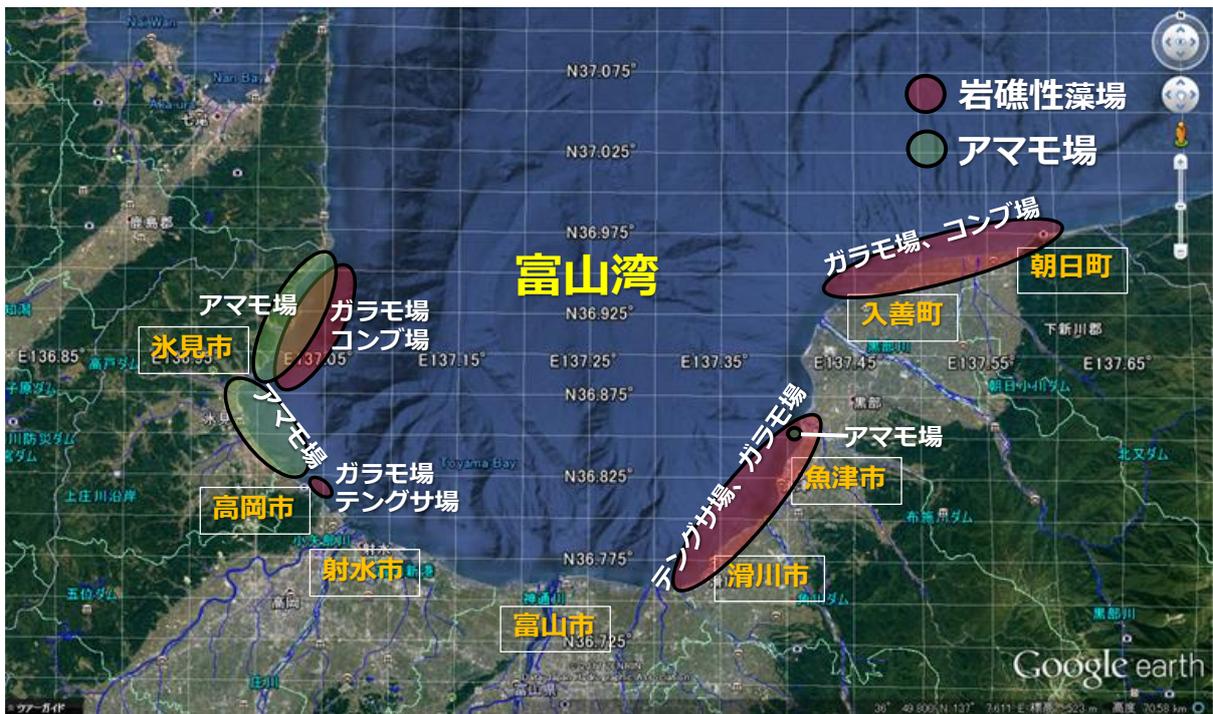


図 1-1 富山県における藻場の分布

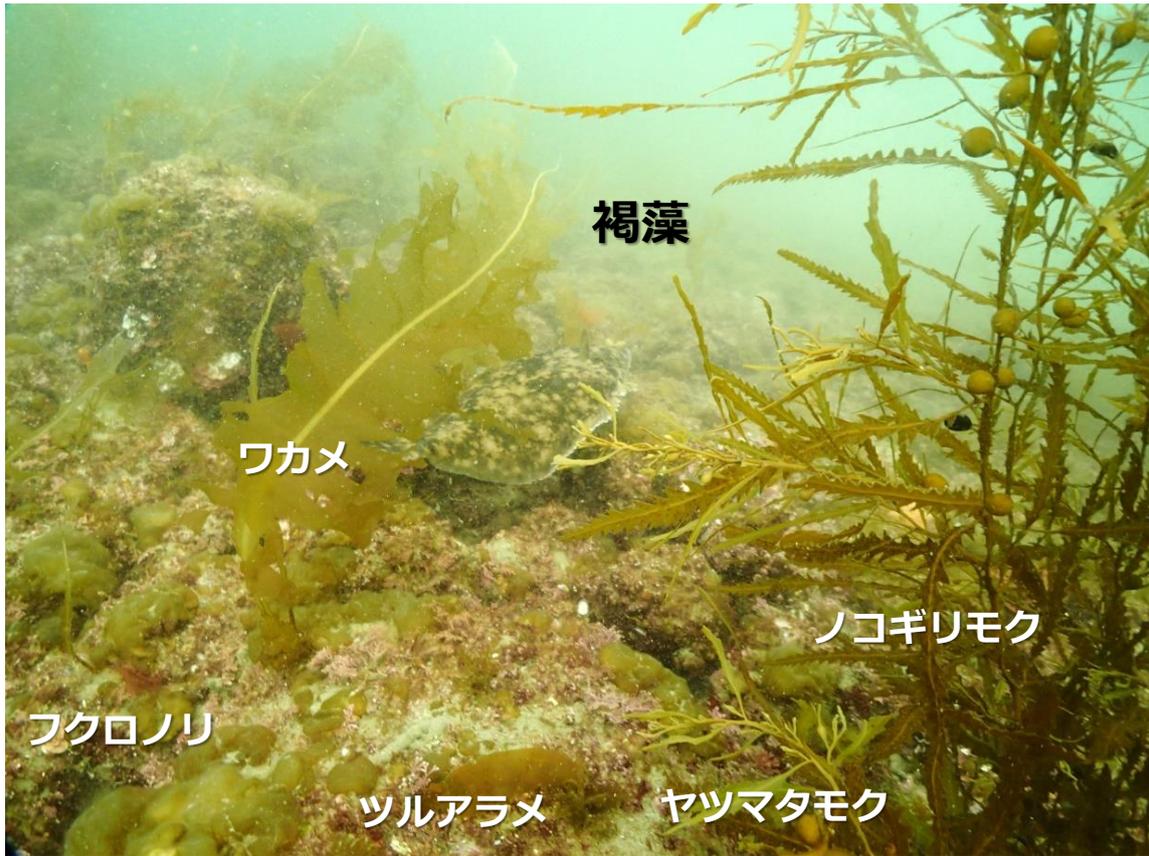


写真 1-3 本県に生育する岩礁性藻場の海藻



写真 1-4 本県に生育するアマモ場の海草4種

1-3 富山県沿岸におけるこれまでの藻場分布調査

これまで富山県沿岸において実施された広域にわたる藻場分布調査には、表 1-1 に挙げたものがある。これらの知見から、富山県沿岸の藻場面積は、937 ha (1978 年) →781 ha (1993 年) →1,101 ha (2001 年) →1,067.8ha (2011 年) と推移しており (図 1-2)、富山湾の藻場面積はやや増加傾向にあるように見える。しかし、調査方法が聞き取り、潜水目視および航空機観測などと異なってきており、調査手法の発展によって把握される藻場の範囲が広がり、藻場面積が多くなった可能性があることを考慮しなければならない。

アマモ場に関しては、富山県水産試験場 (2002) および富山県水産研究所 (2013) では、それぞれ 2001~2002 年と 2011~2012 年に実施された航空機からの空中写真撮影と潜水調査結果から、アマモ場の分布域が推定され、その面積はそれぞれ約 420ha および 323ha と見積もられている。ただし、このアマモ場の減少については、画像から藻場の場所を判読する際の困難性により生じた可能性が指摘されており、現場での観察も含め、アマモ場の分布域を確認する必要があることが指摘されている (富山県水産研究所 2013)。一方、富山県沿岸におけるアマモ場の分布域は、2 回の調査を通じて、県西部の氷見市沿岸に県全体の 90%以上が存在すると推定された。

藤田 (2001) は、航空機からの空中写真と現場での潜水調査により、氷見市から高岡市にかけての沿岸域において、アマモを含めた海藻の深度別の分布状況を紹介している。富山県水産試験場 (2007) では、2006 年春から氷見市中波地先におけるアマモ類の分布量の季節変化を水深別に調査し、水深 5、7m には主にアマモが、水深 9、11m においてはスゲアマモが通年生育し、スゲアマモの現存量は季節的に大きく変動することが明らかにされた。これら以外には、魚津市地先に

コアマモ（藤田・高山 1999）ならびにアマモ（浦邊・松村 2006）が生育することが報告されている。また、富山湾周辺では、能登半島の七尾湾西湾や珠洲市沿岸にもアマモ場の存在が報告されている（池森ら 2012、東出ら 2014）。

なお、昨年度の本事業の調査により、氷見漁港周辺のアマモ場において、1年生のアマモの存在が示唆された。

表 1-1 富山湾における藻場分布調査

環境省	富山県（1978）第2回自然環境保全基礎調査 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査報告書 環境省委託
	環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター（1994）第4回自然環境保全基礎調査
	環境庁自然保護局（1998）第5回自然環境保全基礎調査
富山県水産研究所	富山県水産試験場（2002）平成13年度富山湾漁場環境総合調査
	富山県水産試験場（2007）平成18年度富山湾漁場環境総合調査
	富山県水産研究所（2013）平成23年度富山湾漁場環境総合調査
その他	海と渚環境美化推進機構（2003）平成14年度藻場・干潟環境保全調査報告書
NPEC	（公財）環日本海環境協力センター（2013～2017）平成24～28年度富山湾リモートセンシング調査事業報告書

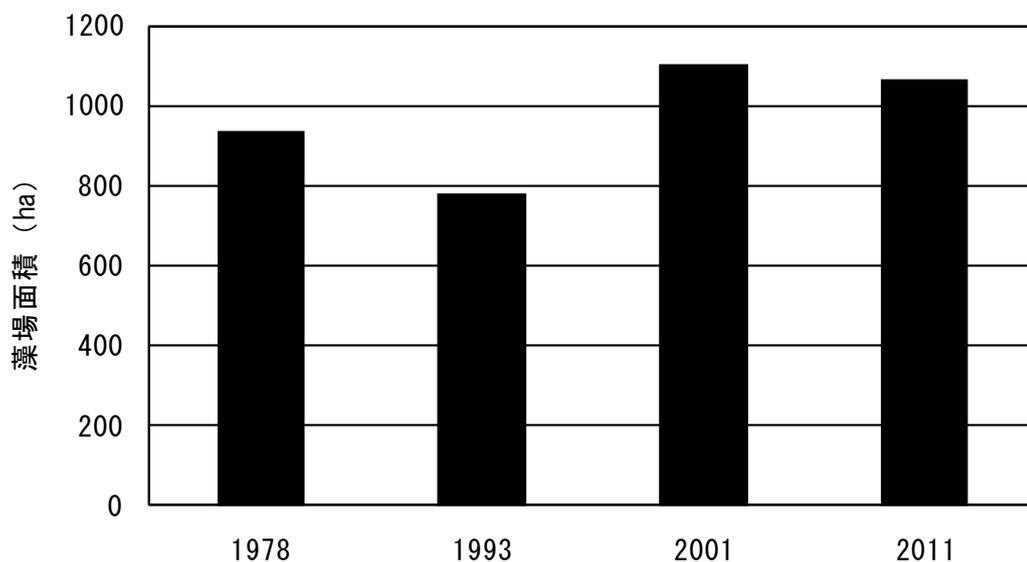


図 1-2 富山県沿岸における藻場面積の推移

（富山県，1978；環境庁，1994，1998；富山県水産試験場，2002；富山県水産研究所，2013）

1-4 衛星リモートセンシングによる藻場マッピング

藻場保全を推進して行くためには、その分布域の変化を継続的にモニタリングする必要がある。

藻場の分布域を把握するためには、船上からの目視観察や潜水調査等の直接的な方法をはじめ様々な手法が存在するが、いずれも長所と短所が存在する。人工衛星リモートセンシングによる藻場マッピングは、海表面から射出する光のスペクトル情報を分類し、間接的に藻場分布を知る手段として知られており、空間的に広範囲のデータ取得が可能であることや、既を取得された画像データ（アーカイブデータ）の利用が可能であること、さらには画像に水柱補正を実施することにより、深い水深帯における藻場分布をより正確に推定できるといった優れた特徴がある。図1-3に、藻場解析に関する衛星の概念図を示す。

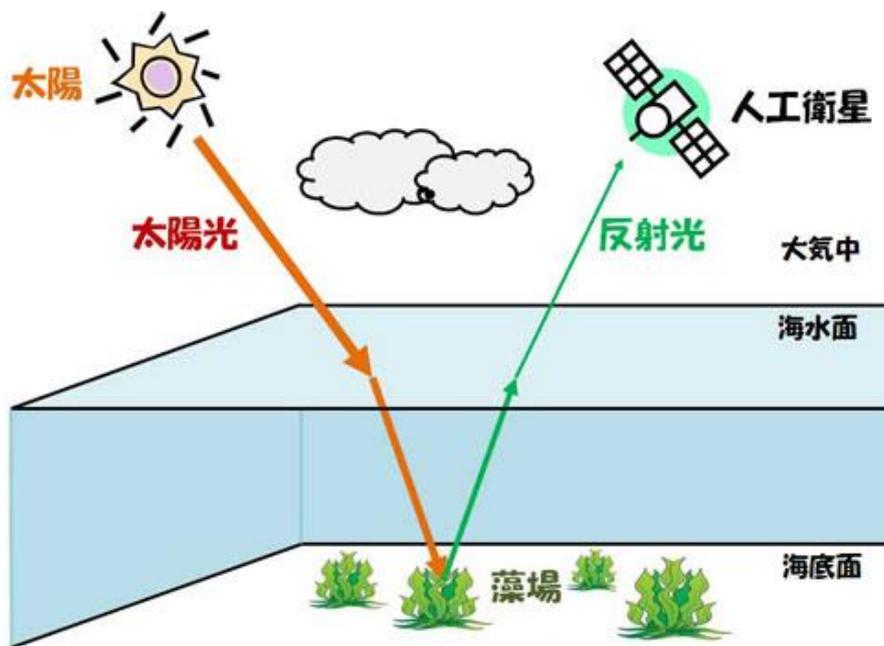


図 1-3 衛星による藻場分布解析の概念図

1-5 NPEC による富山県沿岸の藻場調査

2012年度から2014年度に実施した調査により、下記のとおりの結果が得られた。

氷見市、魚津市、入善町ならびに朝日町地先の藻場において潜水調査を秋季に実施し、富山湾の代表的な藻場に繁茂する海藻や、藻場に生息する生物の種類や分布量を明らかにした。湿重量で比較すると、氷見市ではホンダワラ類（褐藻類）が大部分を占め、魚津市では紅藻類であるマクサが最も多く、入善町ではホンダワラ類やツルアラメ（褐藻類）、朝日町地先ではホンダワラ類が優占した。魚津、入善町、朝日町地先では、オオヘビガイなどの軟体動物が湿重量で最も多かった。個体数では、入善町地先では重量と同様に軟体動物が最も多かったが、魚津市地先では軟体動物と環形動物が、朝日町地先では節足動物が最も多かった。

富山県西部に位置する氷見市周辺の人工衛星画像（2010年2月22日撮影）の解析により、ガラモ場およびその他藻場の面積が189haと推定された。射水市から富山市の画像（2010年2月22日撮影）の解析により、県中央部の砂浜域に設置された離岸堤や浅堤に付随する藻場を明らかとし、入善町から朝日町の人工衛星画像（2009年11月7日撮影）からは、県東部を代表する岩礁性藻場の分布域を高い分類精度で推定した（図1-4）。

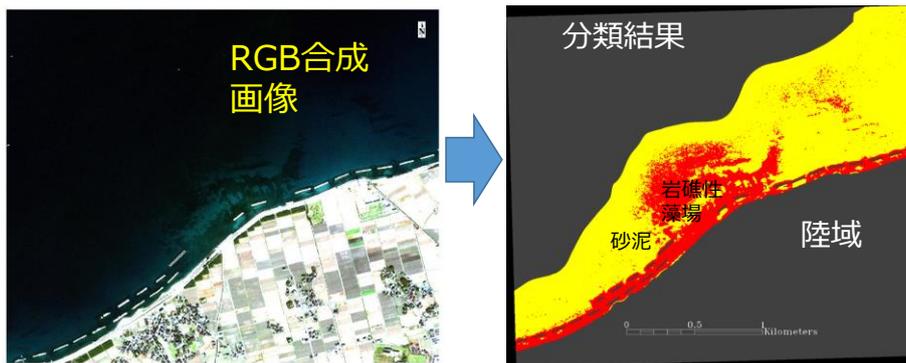


図 1-4 入善町吉原地先における藻場分布の推定結果 ■ 岩礫性藻場 ■ 砂泥(植生なし)

2015 年度には、富山湾西部沿岸域（氷見市地先）のアマモ場の分布状況・季節的消長に関する調査を 6 月と 11 月に行ったところ、最もアマモが繁茂する氷見漁港北西海域の水深が深くなる沖側で、6 月には生育が確認されたものの、11 月にはほとんど確認されなかったため、本地先に生育するアマモの繁茂状況は季節によって異なることが示唆された。また、氷見沿岸域における高解像度（2m）の人工衛星画像【GeoEye-1：2014 年 11 月 22 日撮（a、b、c）】を用いて、大気補正済みの青、緑、赤、近赤外の 4 バンドによる解析を行ったところ、図 1-5 の分類結果（a'、b'、c'）が得られ、比較的高い解析精度が得られたサブエリア（a）におけるアマモ場面積は 207ha と推定された。しかしながら、この結果については、既往の藻場の分布状況と一致しないエリアがあるなど（特に b と c のエリア）、精度上の問題があることから、さらに調査を進める必要があると考えられた。

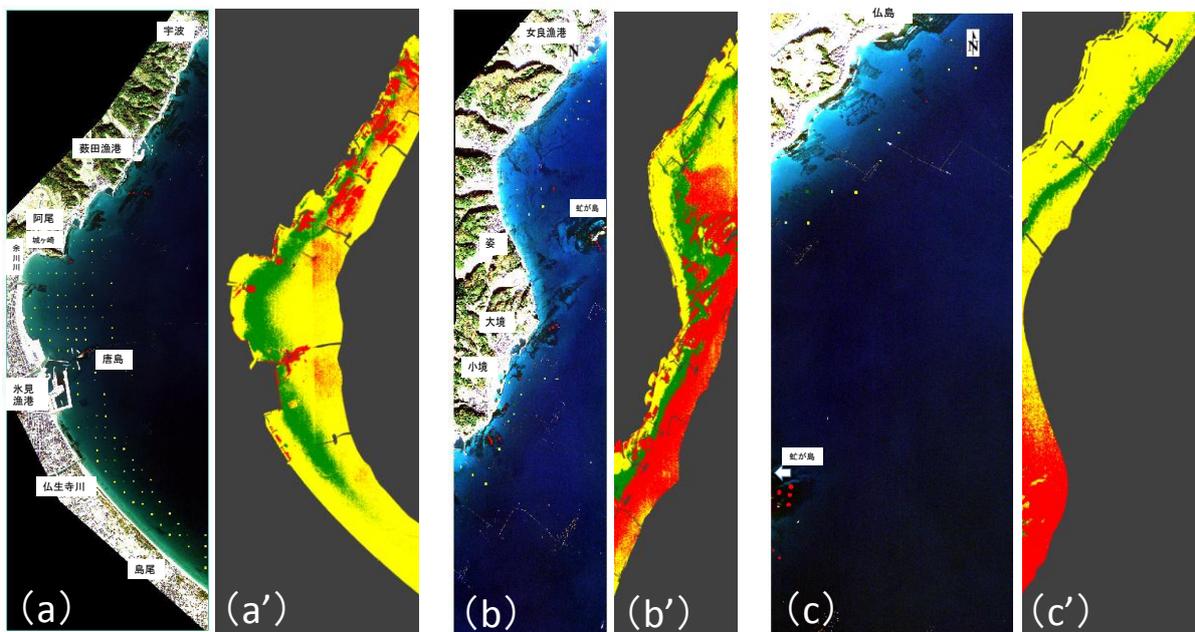


図 1-5 氷見市地先における藻場分布の推定結果

■ アマモ場 ■ ガラモ場、その他の藻場 ■ 砂泥(植生なし) ■ 陸域および水深 20m 以深

2016年度は、富山県西部沿岸における高解像度（2～5m）の人工衛星画像を、画像アーカイブが掲載されたウェブサイトから検索し、2016年3月17日に撮影されたRapidEYEの画像（5m解像度）を入手し、解析を行った。この画像は、青（440-510nm）、緑（520-590nm）、赤（630-680nm）、レッドエッジ（690-730nm）、近赤外（760-850nm）の5つのバンド（波長帯）により構成されている。人工衛星画像の解析は、画像解析ソフト（ENVI 5.2）を用い、Mumby and Edwards（2000）ならびに澤山・小松（2011）を参考に藻場分布を推定した。本解析では、複数のサブエリアに分けずに解析を行った。また、2015年度の解析結果から、アマモ場の判定には水柱補正を行わない場合に分類精度が高くなったことから、水柱補正は行わずに解析を行った。

大気補正済みのRapidEYE画像をRGB合成し【図1-6(a)】、陸域と水深20m以深をマスクした後、初夏の繁茂期に調査したシートゥルースデータを用いて、関心領域の作成を行った【図1-6(b)】。5バンドの画像を用いて、最尤法による教師付き分類を行った結果【図1-6(c)】、アマモ場、岩礁性藻場及び砂泥域で、それぞれ過大・過小に分類された海域もあるが、アマモ場に関しては、現場調査の結果と概ね一致していた。アマモ場に分類されたピクセル数から富山県西部海域における繁茂期のアマモ場の面積は、約716haと推定された。ただし、分類精度の指標である全体精度は0.48、タウ係数は0.36となり、それほど高い値ではなかった。アマモ場のユーザー精度は0.65となったが、岩礁性藻場の精度は0.10、砂泥域の精度は0.49となり、アマモ場の精度よりも低かった。特に、岩礁性藻場の精度が極端に低いことが、全体の分類精度とタウ係数を低くした要因の一つと考えられた。2016年春の繁茂期における分析では、水柱放射量補正（BRI）を行わなかったため、特に、岩礁性藻場の分類精度が低かった。今後は、更に、シートゥルースデータを追加し、水柱放射量補正（BRI）による再解析が必要であると考えられた。

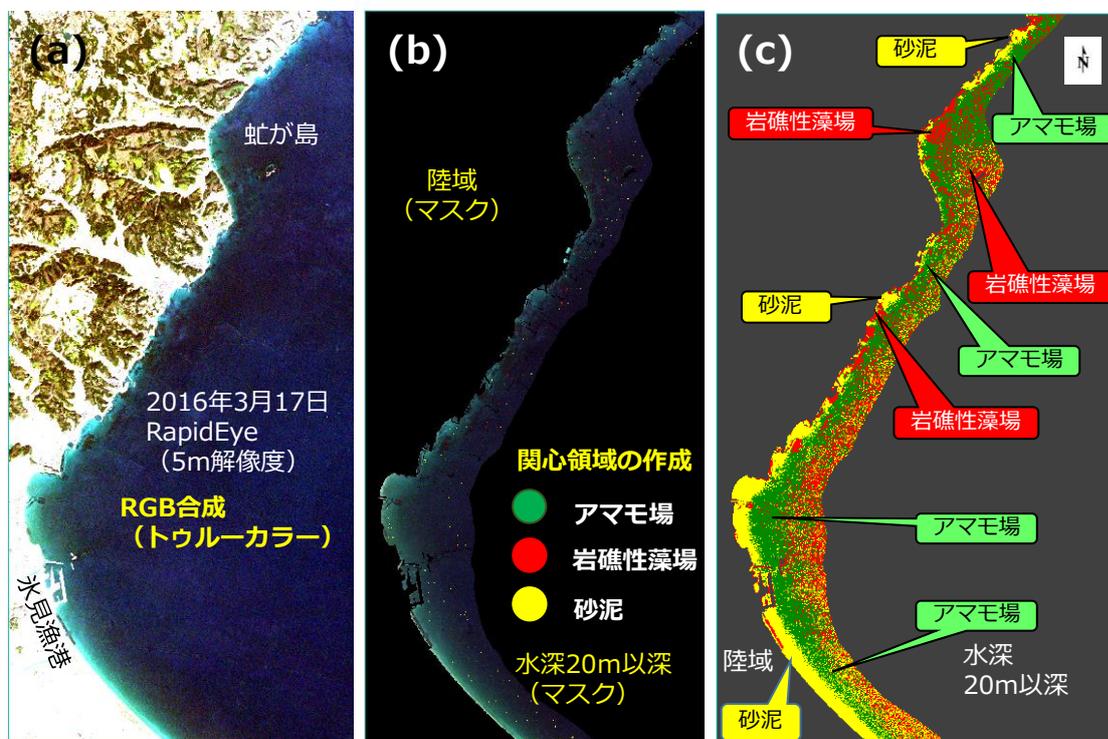


図 1-6 氷見市沿岸域における藻場の分布の推定

2. 水中ビデオカメラ及びスキューバ潜水によるアマモ場調査

2-1 目的

人工衛星画像の解析において最尤法による画像分類を行うには、解析対象とする区域内で、予め海底の底質データ（シートゥルスデータ）を取得し、分類教師データとして設定する必要がある。また、分類がどれだけ正しく実行されたかの精度検証を行うためにも、これらのシートゥルスデータが必要である。そこで、広範囲にわたるシートゥルスデータを効率的に取得するために、垂下式の水中ビデオカメラによる調査を実施した。また、本年度は、日本海側ではほとんど報告の無い1年生アマモの存在を明確にするため、アマモの繁茂期、衰退期、再生・発芽・生長期に、スキューバ潜水による調査を実施した。

2-2 方法

富山県北西沿岸（氷見市沿岸）のアマモ場調査海域（図 2-1）の底質状況を、船上から垂下した水中ビデオカメラにより観察・記録した。一般に藻場は水深 20m 以浅に主に形成されることから、調査地点は水深約 20m 以浅の範囲に限定し、画像解析を実施する区域のほぼ全域を含むように調査地点を設定した。なお、調査地点の緯度経度は、Google earth 上で、水深 3, 5, 8, 10, 12, 15, 18, 20m を目安に、予め設定した。

本年度は、水中ビデオカメラによる初夏の繁茂期の調査として 2017 年 7 月 10 日、7 月 19 日と 8 月 2 日に合計 174 地点、秋の衰退期の調査として 2017 年 11 月 6 日に 99 地点、冬の再生・発芽期の調査として 2018 年 1 月 19 日に 74 地点、春の再生・発芽・生長期の調査として 2018 年 3 月 12 日に 95 地点で実施した。また、スキューバ潜水による調査（図 2-2）は、2017 年 7 月 19 日、11 月 9 日、12 月 16 日及び 3 月 13 日に実施し、アマモの生育状況及び種子の分布状況について観察調査した。なお、本調査は氷見漁業協同組合の協力を得て行った。また、調査に用いた船舶の操船は、かめや釣具店の水谷実路氏が行った。

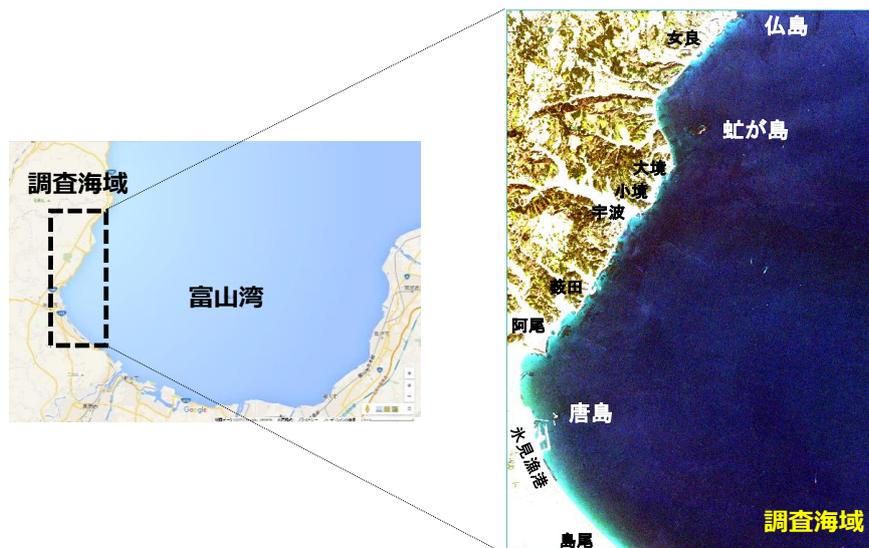


図 2-1 アマモ場調査海域



アマモ場潜水調査

Region	St.	緯度		経度		Depth
阿尾	80	36°	52.69	136°	59.25	2m
漁港北	110	36°	52.22	136°	59.32	3m
	111				59.50	6m
	112				59.72	9m

図 2-2 アマモ場潜水調査地点

水中ビデオカメラによる初夏のアマモ繁茂期の調査区域は、氷見市沿岸域を 4 つの海域に分けて設定した。北側から、①富山県最北部の「仏島」から「虻が島周辺」までの海域、②「大境」から「小杉」にかけての海域、③「藪田」から「氷見漁港北側」にかけての海域、④「氷見漁港東側」から南側の「島尾」にかけての海域に設定した。なお、秋の衰退期、冬の再生・発芽期及び春の生長期の調査では、③と④の海域のみで調査を行った。なお、図表内の調査定点の番号は、同一の調査予定地を示しており、ほぼ同地点を示している。

水中の観察（写真 2-1）は、水中ビデオカメラ（写真 2-2：みるぞう Pro（有）ファーストシーン製）を船上から海底までケーブルを繰り出して垂下し、横向きに据え付けられた 4 つのカメラ（各 90 度ごとに 4 方向）と下向きの 1 つカメラにより撮影した海底付近の映像を、1 地点あたり 1～数分間程度船上モニターで観察するとともに録画した（写真 2-3）。調査地点の位置（緯度経度）は、携帯型の GPS データロガー（Wireless GPS Logger M-241 Holux 製あるいは GARMIN GPSMAP64s）により記録した（図 2-3）。調査地点における水深を把握するために、水深データロガー（JFE アドバンテック社製 DEFI-D5HG）をビデオカメラの直上に取り付け、観察水深の記録を行った。



写真2-1 水中カメラによる観察の様子
底質の状況、海藻・海草の種類及び
海草の被度を調査

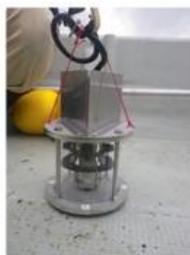


写真2-2 垂下式水中ビデオカメラ
（みるぞうPro）
カメラ 横向き4つ（各90度ごと）
真下1つ

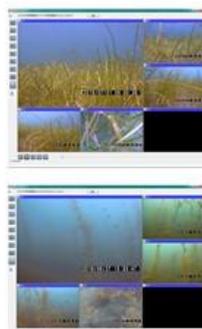


写真2-3 現場映像の例



図2-3 調査時の航跡

調査時の観察及び録画された映像を参考にして、底質を、アマモ場、岩礁性藻場（岩礁に繁茂するホンダワラ類やコンブ類などの海藻）、および砂泥域に3区分した。加えて、アマモ場が確認できた地点では繁茂状況を以下の通りランク付けした。海底からの数十センチの高さから下向きに撮影したカメラの映像を用い、画面に占めるアマモ類の被度を、被度0:0%（なし）、被度1:1~10%（極点生）、被度2:11~25%（点生）、被度3:26~50%（疎生）、被度4:51~75%（密生）、被度5:76%以上（濃生）の6段階に区分した。なお、被度の判定には、水平方向（横向き）の4つのカメラの映像も参考に判断した。また、アマモ類や他の海藻の種類、アマモの生育状況（栄養株や花枝株の有無など）を同時に観察した。なお、記録した写真は、初夏のアマモ繁茂期の写真（写真2-4~22）のみ示した。秋、冬、春のアマモの写真は示さず、図2-4,5の調査結果に図示した。

2-3 結果と考察

（1）初夏のアマモ繁茂期の調査（図2-4、表2-1、写真2-4~22）

① 県最北部の仏島から虻が島周辺：44地点を調査した結果、アマモ場18地点、岩礁性藻場17地点、砂泥域9地点であった。水深7m以浅は砂泥域、水深8m~20mの深い海域にアマモ場を形成していた。アマモは、水深8m~20mで群落を形成しており、栄養株と花枝株が認められた。スゲアマモは、このエリアの水深15mで群落を形成しているのが確認できた。ウミヒルモは、水深10~23mで単一種あるいはアマモとの混生で観察された。

② 大境から小杉：23地点を調査した結果、アマモ場8地点、岩礁性藻場11地点、砂泥域4地点であった。アマモ場は、6m~16mの水深帯で認められ、濃密（被度4~5）に繁茂している地点が多く観察された。アマモには、栄養株と花枝株が見られ深い水深帯では花枝株が多く認められた。スゲアマモは、小境付近の水深12mで見られたが、ここより南側の海域では確認できなかった。ウミヒルモは、水深18mの1地点のみで確認できた。

③ 藪田から氷見漁港北側：74地点を調査した結果、アマモ場46地点、岩礁性藻場6地点、砂泥域19地点、濁りで観察不能な3地点であった。水深2m~7mにコアアマモ、3m~15mにアマモ、7m~15mにウミヒルモの群落が認められ、昨年と同様に、阿尾から漁港北側までの水深12m以浅にはアマモの大群落の確認でき、昨年よりも深い海域でもアマモ生育が認められた。なお、昨年同様に、アマモには栄養株と花枝株両方が見られ、水深が6mよりも深い海域では花枝株が多く認められ、花枝株が倒れているあるいは枯れかけているものが多数観察された。

④ 氷見漁港東側から島尾（窪まで）：33地点を調査した結果、アマモ場15地点、岩礁性藻場2地点、砂泥域16地点であった。アマモは、水深6m~14mで見られ、氷見漁港南側から窪にかけて帯状に群落を形成していた。ウミヒルモは、水深9m~12mで認められた。コアアマモは認められなかった。なお、海況状況があまり良くなかったため、島尾地先での調査はできなかった。

（2）秋のアマモ衰退期の調査（図2-5左、表2-2、）

③、④ 藪田から島尾：99地点を調査した結果、アマモ場18地点、岩礁性藻場6地点、砂泥域67地点、濁りのため観測不能が8地点であった。

氷見漁港北側で、アマモは水深3m~6mで生育が確認できたが、昨年同様に初夏の繁茂期に比べ被度も小さく、初夏には大群落を形成していた水深6m以深のアマモ場が消失していた。コア

アマモは、昨年と同様に漁港北側の水深 2m～4mの浅海域のみで観察された。ウミヒルモは、水深 5mの 1 地点のみで生育が認められ僅かに生育しているのが確認できた。

氷見漁港東側から島尾では、アマモは、7m～12mの水深帯に生育していたが、被度は低かった。スゲアマモ、コアマモ及びウミヒルモは、生育が確認できなかった。

(3) 冬のアマモ再生・発芽期の調査 (図 2-5 中央、表 2-3)

③、④藪田から島尾：74 地点を調査した結果、アマモ場 30 地点、岩礁性藻場 1 地点、砂泥域 13 地点、濁りのため観測不能が 30 地点であった。浅い水深帯は、濁りのためアマモの生育を確認できない地点が多かったが、深い海域では明らかに秋の調査時よりもアマモの生育が確認できアマモ場が拡大していた。アマモは、水深 2～13mで生育が確認でき、秋の調査時よりも沖側にアマモ場が広がっていた。特に、秋にほとんど生育が認められなかった水深 6 m以深でも、被度はそれほど高くないが、葉長の短いアマモの新株が多数の場所で認められた。ウミヒルモは藪田の水深 6mの 1 か所のみで観察された。漁港北側のコアマモは、浅場の濁りが強く確認できなかった。スゲアマモは、生育が確認できなかった。

(4) 春のアマモ生長期の調査 (図 2-5 右、表 2-4)

③、④藪田から島尾：95 地点を調査した結果、アマモ場 60 地点、岩礁性藻場 2 地点、砂泥域 32 地点、濁りのため観測不能が 1 地点であった。アマモ場は、冬の調査時よりも明らかに拡大しており、被度も高いところが多かった。特に水深 6～12mで実生株と考えられるアマモの若い株が高密度で生育していた。また、この海域でこれまで生育を確認できていなかった水深 18mでもアマモの若い株が観察された。コアマモは、水深 1.4mの 1 か所で見られた。スゲアマモとウミヒルモは、生育が確認できなかった。

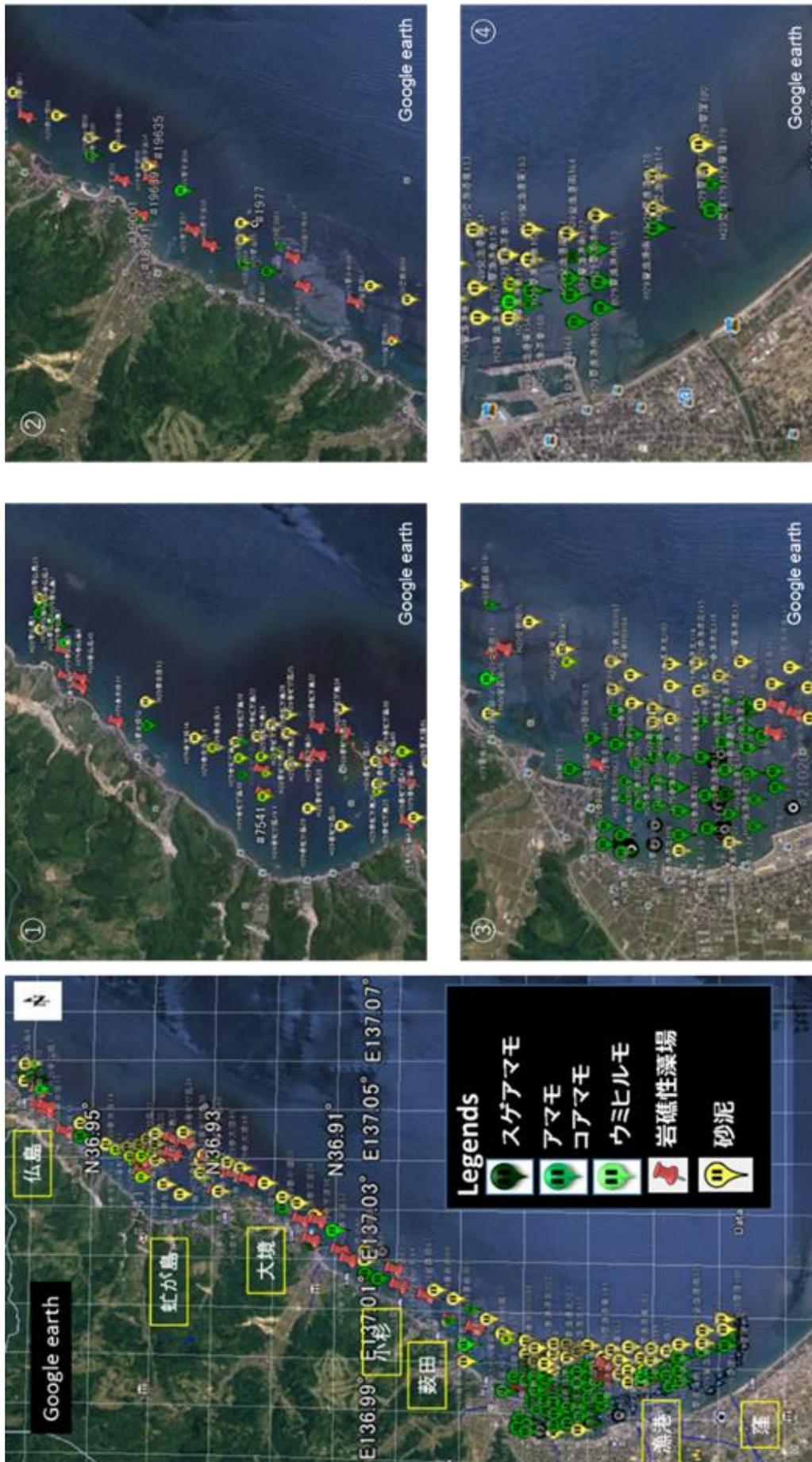


図 2-4 2017 年の夏季に行った富山湾西部海域におけるアマモ場調査結果



図2-5 2017年の秋季(左)、2018年冬季(中央)、春季(右)におけるアマモ場調査結果

(5) アマモ場の季節的な分布変動

阿尾から氷見漁港にかけての富山湾西部海域最大のアマモ場の生育状況を詳細に調査した2016年7月から2018年3月の結果を、図2-6(模式図)に示した。夏季には、水深6m以深でほとんどが花株となり、秋季には花株は枯れてしまい、一面の砂泥域となったが、秋季の終わりごろから冬季にかけて新しい若い株が生育し始め、春にはさらに種から発芽したと考えられる若い株が多数出現し、高い被度となった。一方、水深2~6mに生育するアマモは、秋季には被度が低くなる場所もあるが、1年中生育が認められた。この結果から、富山湾西部海域南側のアマモ場において、季節および経年変動が認められ、浅い水深帯のアマモは多年生のアマモ、水深6m以深のアマモは、1年生のアマモであると考えられた。

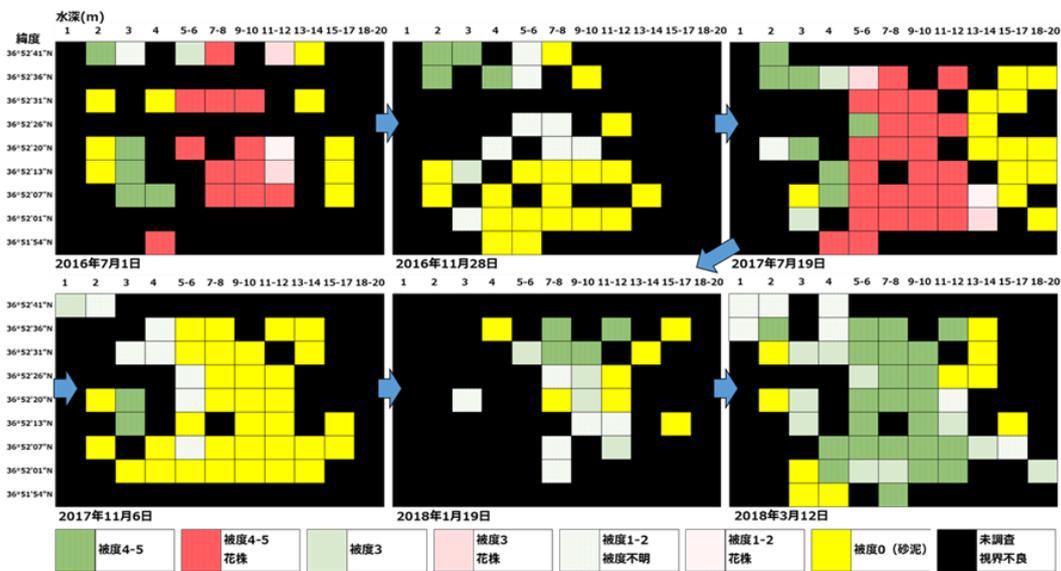


図 2-6 アマモの生育状況(模式図)

(6) スキューバ潜水によるアマモ場調査

スキューバ潜水による調査により、氷見漁港北側から阿尾にかけての海域の深い水深帯(特に水深6m以深)では、夏季にほとんどが花枝株となり種を形成しており(図2-7)、秋季にほとんどの株が枯死して地下茎も存在していなかった。冬季に多数の種子(深い水深帯ほど多く、100cm²あたり2mと3mで0個、6mで2.5個、9mで19個)の存在を確認した(図2-8)。また、冬季から春季に、水深2m、3m及び6mでは地下茎から再生した株、水深6m以深では種から発芽した地下茎の全く発達していない実生株の生育が観察された(図2-9, 10)。

この潜水調査により日本海側ではこれまでほとんど報告の無い1年生アマモの存在を裏付けた結果となった。なお、これまでに日本海側における1年生アマモについての報告は、のと海洋ふれあいセンターだより「能登の海中林 2017.No46」に記載されており、七尾西湾のアマモ場は多年のアマモと実生株からなり、春と秋の現存量が大きく変化すると記載されている。

今後は、この海域に生育する1年生のアマモが、過去から存在したのか、あるいは、近年、水温や濁りなどの環境変化により出現したのか、過去の衛星画像から確認できる可能性もあり、今後の経年変化も含め、さらに詳細な調査を行う必要がある。

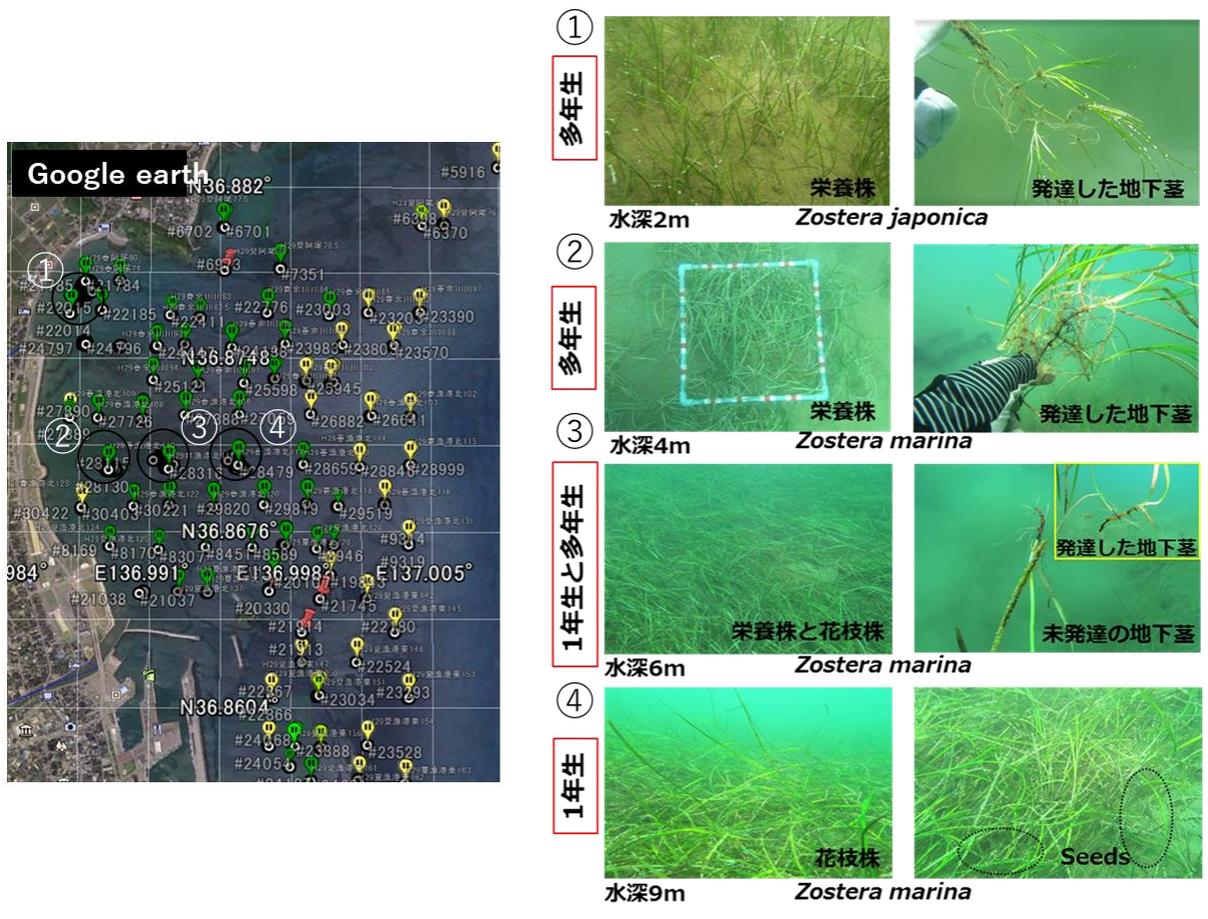


図 2-7 潜水調査によるアマモ場観察 (2017 年夏季)



図 2-8 潜水により 2017 年冬季 12 月に採集したアマモの種子

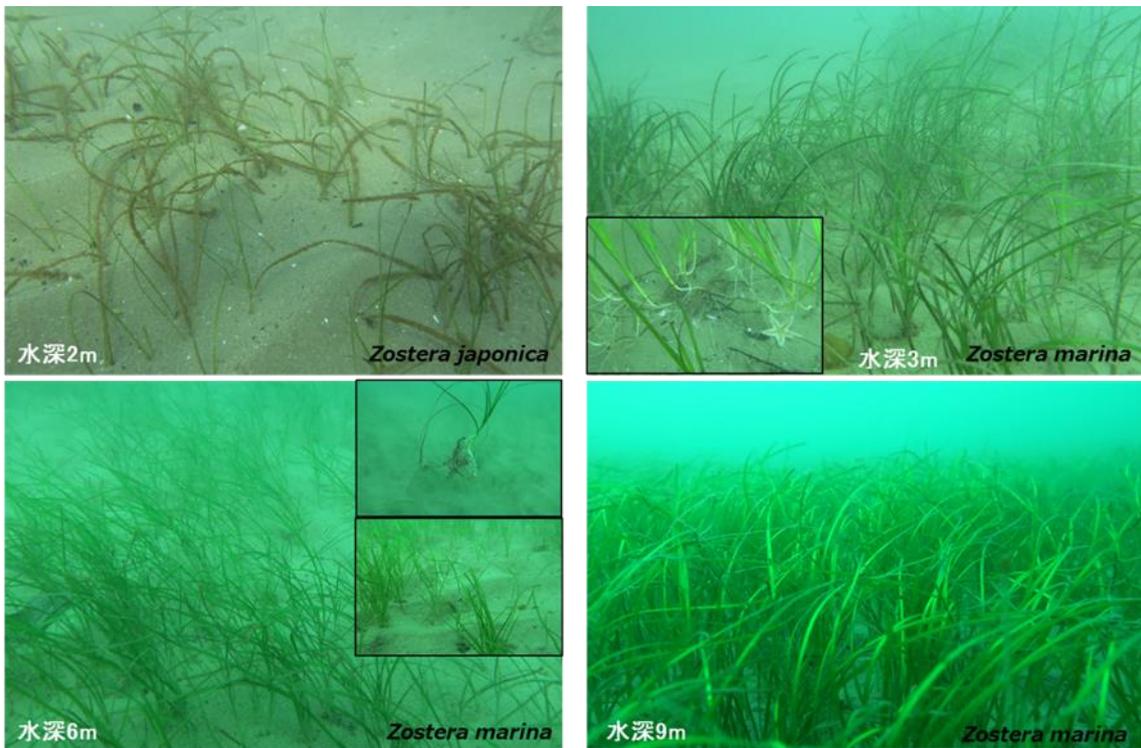


図 2-9 潜水調査によるアマモ場観察(2018 年春季)

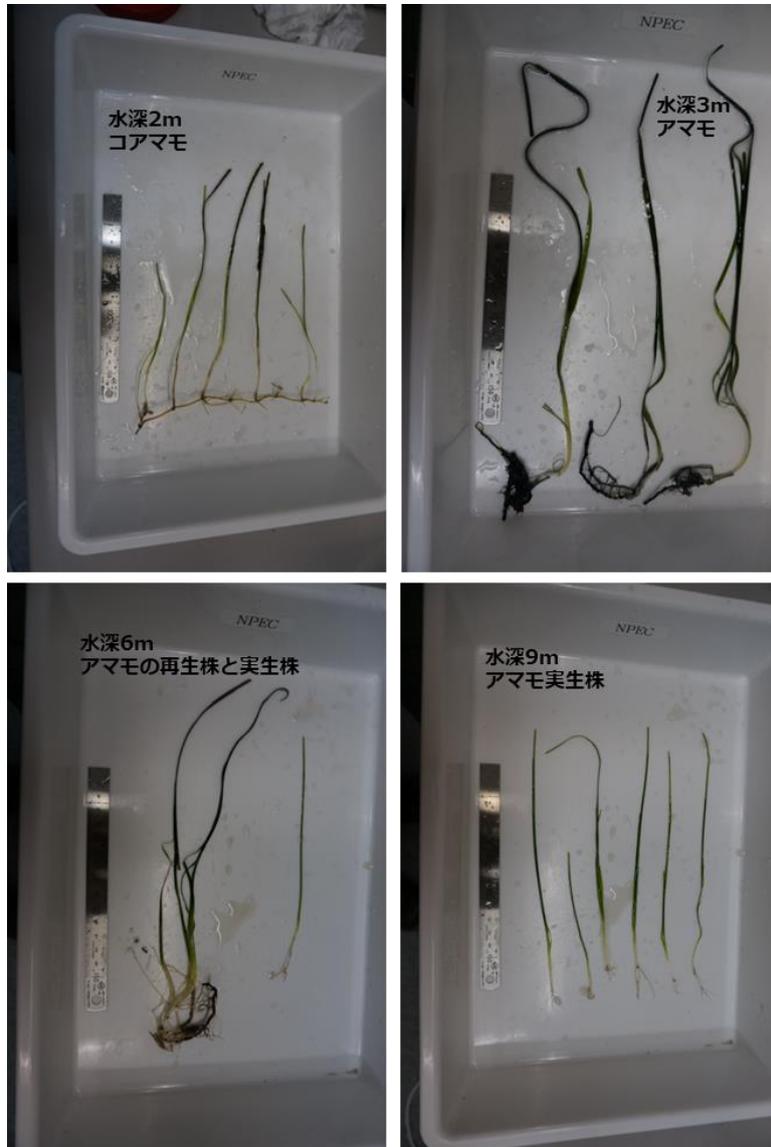


図 2-10 2018 年春季のコアマモとアマモ

表 2-1 氷見市地先の水中ビデオカメラ調査定点の位置、底質、海草・海藻の繁茂状況

(2017年6月27日、7月19日、8月2日)

St.	緯度(度分秒)			経度(度分秒)			水深(m)	底質	海草類	海藻類被度	備考	
	度	分	秒	度	分	秒						
仏島	1	36°	57′	30.63	137°	03′	20.67	10.1	砂泥、石	ウミヒルモ	1	ごく僅かにウミヒルモ。周りに石にホンダワラ類少。ほぼ砂地
	2			30.68			27.15	12.7	砂泥	アマモ	5	花株多い、栄養株も有
	3			30.70			30.66	18.9	砂泥	アマモ、ウミヒルモ	3	栄養株多い、花株も有
	3.5			30.28			33.41	22.9	砂泥	ウミヒルモ	1	ごく僅かにウミヒルモ。ほぼ砂地
	4	36°	57′	27.40	137°	03′	24.35	13.5	砂泥	アマモ	4	花株多い、栄養株も少
	5	36°	57′	24.31	137°	03′	21.27	15.1	砂泥	アマモ、スゲアマモ、ウミヒルモ	4	アマモ栄養株と花株有。スゲアマモ栄養株
	6			23.71			14.57	10.1	砂泥	ウミヒルモ、アマモ	3	ウミヒルモ多い。アマモ栄養株少
	7			24.02			10.12	7.0	石、砂泥	なし	0	ホンダワラ類密、ヤツマタモクなど
	8			23.99			02′	59.52	4.0	石、砂泥	なし	0
	9	36°	57′	19.28	137°	02′	54.79	4.2	岩、砂泥	なし	0	ホンダワラ類疎、ヤナギモクなど
10	19.21			58.75			5.9	砂泥、石	なし	0	ホンダワラ類密	
女良	11	36°	57′	7.84	137°	02′	40.40	3.2	岩	なし	0	ホンダワラ類、ヤナギモクなど
	12	36°	56′	56.54	137°	02′	39.63	10.3	砂泥	アマモ	5	栄養株多い
	13			56.56			49.19	21.1	砂泥	なし	0	一面の砂地
	14	36°	56′	41.08	137°	02′	34.03	19.3	砂泥	なし	0	一面の砂地
	15	36°	56′	36.22	137°	02′	29.91	18.4	砂泥	ウミヒルモ	4	ウミヒルモ密
虻が島 周辺	16	36°	56′	28.01	137°	02′	32.05	18.4	砂泥	なし	0	一面の砂地
	17			27.77			25.40	16.6	砂泥	ウミヒルモ	3	ウミヒルモのみ
	18			28.06			18.70	14.0	砂泥、石	アマモ、ウミヒルモ	3	アマモ栄養株、花株有。周りにホンダワラ少
	19	36°	56′	20.86	137°	02′	10.02	12.1	岩、砂泥	ウミヒルモ	1	ウミヒルモのみ。周りにホンダワラ有
	20			21.06			18.98	14.4	砂泥、石	ウミヒルモ	1	ウミヒルモ極僅かに有り。周りにホンダワラ類、ツルアラメ
	21			20.96			25.84	16.6	砂泥	ウミヒルモ	4	ウミヒルモのみ
	22			21.08			33.81	19.2	砂泥	なし	0	一面の砂地
	23	36°	56′	16.18	137°	02′	27.05	16.5	砂泥	ウミヒルモ	3	ウミヒルモのみ
	24			16.43			38.15	19.9	砂泥、貝殻	なし	0	シオミドロ?ケウルシグサ?が海底に所々堆積
	25	36°	56′	11.57	137°	02′	42.05	18.5	砂、貝殻	なし	0	シオミドロ?ケウルシグサ?が海底に所々堆積
	26			11.55			34.63	16.9	砂、貝殻	なし	0	ツルモ少。シオミドロ?ケウルシグサ?が海底に所々堆積
	27			11.20			22.27	14.0	砂	なし	0	シオミドロ?ケウルシグサ?が海底に所々堆積
	28	36°	56′	6.58	137°	02′	23.04	13.4	岩、砂	なし	0	ツルモ、ホンダワラ類
	29			6.31			5.08	10.4	泥	なし	0	ツルモとホンダワラ類少。一面泥で覆われている
	30	36°	55′	56.28	137°	01′	57.66	7.9	砂泥、岩	なし	0	フシジモク等のホンダワラ類。ツルモ少
	31	36°	56′	3.19	137°	02′	24.31	10.1	岩	なし	0	ホンダワラ類密、ヤツマタモク、ノコギリモク
	32			2.79			35.24	9.4	岩	なし	0	ホンダワラ類密、ヤツマタモク、ノコギリモク、アカモク
	33	36°	55′	54.95	137°	02′	43.42	18.9	砂	なし	0	一面の砂地
	34			54.94			33.09	6.5	岩	なし	0	ホンダワラ類密
	35	36°	55′	46.20	137°	02′	10.79	12.8	砂泥、貝殻	ウミヒルモ	2	ウミヒルモのみ
	36	36°	55′	44.40	137°	02′	13.76	12.4	砂泥	なし	0	一面の砂地
	37			44.55			22.60	11.6	砂泥、貝殻	なし	0	ツルモ少、ほぼ砂地
	38	36°	55′	42.52	137°	02′	26.89	13.9	砂泥、小石	なし	0	周りにホンダワラ類少
39	36°	55′	40.91	137°	02′	20.57	9.8	岩	なし	0	ホンダワラ類密、小魚多い	
40	36°	55′	36.37	137°	02′	25.9	20.1	砂泥	ウミヒルモ	5	ウミヒルモ密	
41			35.94			12.22	5.8	岩	なし	0	ホンダワラ類密	
42			36.47			01′	57.06	3.5	巨石、泥	なし	0	ホンダワラ類少、ヤナギモクなど
43	36°	55′	33.98	137°	02′	0.14	5.2	泥	なし	0	小型の褐藻類、緑藻類(ミル)	
44	36°	55′	28.69	137°	02′	9.64	10.4	砂泥、小石	なし	0	クロメ少、ホンダワラ類少	
45			28.51			21.34	16.9	砂泥、貝殻	なし	0	ツルモ極少。ほぼ砂地	
46	36°	55′	21.07	137°	02′	17.66	25.0	砂泥	なし	0	一面の砂地	
47	36°	55′	18.13	137°	02′	5.79	9.9	岩	なし	0	ホンダワラ類、クロメ、小魚多い	
48	36°	55′	6.73	137°	02′	7.11	25.4	砂泥、石	なし	0	クロメ少。ほぼ砂地	
49	36°	54′	56.28	137°	01′	56.67	20.0	砂泥	なし	0	一面の砂地	
50			56.13			49.7	12.3	砂泥	アマモ、スゲアマモ、	5	アマモ花株多い、栄養株も有。スゲアマモ栄養株	
51	36°	54′	47.82	137°	01′	52.56	20.6	砂泥	なし	0	一面の砂地	
52	36°	54′	46.81	137°	01′	37.17	7.6	岩、砂泥	なし	0	ホンダワラ類密、小魚多い	
53	36°	54′	40.92	137°	01′	22.62	5.6	岩、砂泥	アマモ	1	アマモ栄養株と花株有。ホンダワラ類密	
54	36°	54′	37.13	137°	01′	36.84	9.8	岩	なし	0	ホンダワラ類密	
55			37.46			44.04	17.4	砂泥、石	なし	0	ツルアラメ、ツルモ。ほぼ砂地	
56	36°	54′	26.77	137°	01′	33.11	18.1	砂泥	ウミヒルモ、アマモ	4	ほとんどウミヒルモ、アマモ花株	
57	36°	54′	24.33	137°	01′	15.64	8.2	岩	なし	0	ホンダワラ類密	
58	36°	54′	19.26	137°	01′	9.10	9.3	岩	なし	0	ホンダワラ類密	
59	36°	54′	7.90	137°	01′	18.66	20.0	砂泥	なし	0	一面の砂地	
60			8.11			11.96	13.2	砂泥、石	アマモ	1	アマモ数本、ホンダワラ類、ツルアラメ、ツルモ。ほとんど砂地	
61	36°	54′	7.78	137°	01′	2.46	9.0	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株有	
62	36°	54′	0.42	137°	00′	58.78	8.9	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株有	
63	36°	53′	58.19	137°	01′	8.99	15.6	砂泥	アマモ	1	花株枯れている	
64	36°	53′	52.80	137°	01′	2.46	8.1	岩	なし	0	ホンダワラ類密	
65	36°	53′	49.88	137°	00′	50.87	7.0	岩	なし	0	ホンダワラ類、ノコギリモクなど	
66	36°	53′	34.21	137°	00′	43.95	9.3	岩	なし	0	ホンダワラ類、ノコギリモクなど	

藪田	67	36°	53'	28.19	137°	00'	51.42	18.2	砂泥	なし	0	一面の砂地	
	68	36°	53'	24.01	137°	00'	29.50	8.2	砂泥、貝殻	アマモ	1	アマモ花株数本、ツルモ多い。ほぼ砂地	
	69	36°	53'	17.12	137°	00'	45.43	19.1	砂泥	なし	0	一面の砂地	
	70												
	71	36°	53'	10.76	137°	00'	38.29	16.8	砂泥				暗くてよく見えない
	72			11.09			20.32	8.9	岩、石、砂泥	なし	0	所々にホンダワラ類、カバノリ	
	73	36°	53'	10.84	137°	00'	12.74	6.6	砂泥	コアモモ、ウミヒルモ	5	栄養株。周りにホンダワラ類	
	73.5			10.81			0.77	4.0	砂泥	コアモモ	1	僅かに生育。ほとんど砂地	
	74	36°	53'	6.52	137°	00'	21.53	8.5	岩	なし	0	ホンダワラ類密、ノコギリモク、ヤツマタモクなど	
	75	36°	52'	58.11	137°	00'	31.48	17.3	砂泥	なし	0	一面の砂地	
阿尾	76		49.29			21.53	17.3	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	77	36°	52'	49.24	137°	00'	17.41	14.9	砂泥	ウミヒルモ、アマモ	3	ほとんどウミヒルモ	
	77.5		49.02	136°	59'	40.83	4.1	砂泥	コアモモ、アマモ	5	アマモ栄養株多い、花株有。コアモモの種子は確認できず		
	78		42.48			40.77	4.3	岩	なし	0	ホンダワラ類少有		
	78.5	36°	52'	42.73	136°	59'	51.05	8.0	砂泥	アマモ	5	ほとんどの花株が倒れている(泥を被っている)	
	79	36°	52'	40.97	136°	59'	21.33	2.7	砂泥	コアモモ	3	密と疎の所あり	
	80			40.84			14.96	2.1	砂泥	コアモモ	5	コアモモ密、種子は確認できず	
	81			35.97			12.10	2.3	砂泥	コアモモ	5	コアモモ密、種子は確認できず	
余川川	82		36.48			18.09	3.0	砂泥	アマモ	4	ほとんど栄養株。濁り強い		
	83		35.78	136°	59'	30.61	4.9	砂泥	アマモ	3	ほとんど栄養株。濁り強い		
	83.5	36°	52'	35.31			36.21	6.3	砂泥	アマモ	3	花株、栄養株あり	
	84		36.08			48.57	8.4	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている。		
	85		35.73			0.06	12.1	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている。		
	86		36.15	137°	00'	7.47	15.1	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	87		36.19			16.97	19.4	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	88		31.18			12.14	17.9	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	89		31.26	137°	00'	2.58	14.1	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	90		31.39			51.93	10.5	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている。		
	91	36°	52'	30.89			42.09	8.4	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れて泥を被っているもの多い	
	92		31.35			33.36	6.4	砂泥	アマモ	4	栄養株と花株。濁り強い		
	93		31.11	136°	59'	28.30	5.5	砂泥	アマモ	4	ほとんど栄養株。濁り強い		
	94					4.0		砂泥				濁りで観察できない	
	95					3.0		砂泥				濁り強くて観察できない	
	96		26.00			27.59	6.2	砂泥	アマモ	4	花株と栄養株。濁り強い		
	97		25.45			35.94	7.6	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている		
	98	36°	52'	25.56	136°	59'	44.34	9.6	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている	
	99		26.15			50.11	11.3	砂泥	アマモ	4	ほとんど花株、倒れている		
	100		25.88			55.88	12.5	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	101		25.62	137°	00'	0.88	14.3	砂泥	なし	0	一面の砂地		
漁港北	102		20.39	137°	00'	15.05	19.7	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	103		20.62			7.86	17	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	104		20.85			56.59	13.3	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	105	36°	52'	20.81			43.47	9.8	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている	
	106		20.72			33.41	7.7	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株も有		
	107		20.17	136°	59'	25.61	5.5	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株も有		
	108		20.32			17.37	3.9	砂泥	アマモ	5	ほとんど栄養株、花株も有		
	109		20.40			12.21	2.7	砂泥	アマモ	1	アマモ数本有、濁り強い		
	110		12.66			19.52	4.3	砂泥	アマモ	5	ほとんど栄養株		
	111	36°	52'	12.67	136°	59'	30.45	6.4	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株も少し有	
	112		13.26			43.25	9.5	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株		
	113		13.36			55.22	12.4	砂泥	アマモ	4	花株、濁り強い		
	114		13.01	137°	00'	5.60	15.1	砂泥	なし	0	一面の砂地、濁り強い		
	115		13.27			15.00	19.1	砂泥	なし	0	一面の砂地、濁り強い		
	116		7.31	137°	00'	10.16	16.9	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	117		7.13			1.59	14.0	砂泥	アマモ	2	花株		
	118		7.46			55.77	12.2	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株		
	119	36°	52'	7.37			47.97	9.8	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株	
	120		6.98			38.74	7.5	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株		
	121		7.31	136°	59'	30.61	6.0	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株		
	122		7.16			24.02	4.7	砂泥	アマモ	4	花株、栄養株有		
	123		7.00			14.46	3.2	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	124		1.23			19.74	3.7	砂泥	アマモ	3	栄養株、泥を被っている		
	125		0.69			28.63	5.1	砂泥	アマモ	4	栄養株、花株も有		
126	36°	52'	1.08	136°	59'	37.26	6.8	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株		
127		1.06			45.83	7.9	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株			
128		1.38			51.87	10.0	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株			
129		0.86			57.64	12.1	砂泥	アマモ	4	花株			
130		1.42			0.82	13.4	砂泥	アマモ	3	花株			
131		1.45	137°	00'	14.56	18.5	砂泥	なし	0	一面の砂地			
132		56.97	137°	00'	0.00	13.9	砂泥	なし	0	一面の砂地			
133	36°	51'	56.89	136°	59'	49.67	8.0	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株も有		
134		54.57			48.96	3.9	岩	なし	0	ホンダワラ類濃密(ヤナギモク、ノコギリモクなど)、ツルアラメ			
135													
136	36°	51'	54.40	136°	59'	37.75	6.0	砂泥	アマモ	5	花株、栄養株有		
137		54.54			32.2	4.8	砂泥	アマモ	4	花株、栄養株有、濁り強い			
138					3.9						濁りで観察できない		
139													
140													
141													

漁港東	142	36°	51'	53.53	137°	00'	6.87	15.7	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	143			53.48	136°	59'	58.24	12.4	岩、石	なし	0	ツルアラメ群落		
	144	36°	51'	48.57	136°	59'	54.89	3.7	岩	なし	0	ホンダワラ類		
	145			48.53	137°	00'	11.87	17.8	砂泥	なし	0	一面の砂地、濁り強い		
	146	36°	51'	44.10	137°	00'	4.94	14.9	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	147			44.15	136°	59'	54.89	11.7	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	148													
	149													
	150	36°	51'	39.02	136°	59'	49.34	9.9	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	151			39.28			58.08	12.6	砂泥	ウミヒルモ	4	パッチ状に点在		
	152													
	153			38.9	137°	00'	14.39	18.7	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	154	36°	51'	32.03	137°	00'	6.81	14.9	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	155			31.68	58.46	11.7	砂泥	ウミヒルモ、アマモ	4	ウミヒルモ多い、アマモ少し				
	156			31.81	136°	59'	53.63	9.9	砂泥	アマモ、ウミヒルモ	5	アマモ花株、倒れており、枯れているのも有		
	157			31.87			48.90	8.2	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	158													
	159			36°	51'		136°	59'						
160	28.87	52.64	9.2			砂泥			アマモ	2	花株枯れているの多い			
161	26.76	136°	59'			56.48			10.4	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、倒れている、枯れているのも有	
162	36°	51'	26.95	137°	00'	5.00	13.9	砂泥	なし	0	一面の砂地			
163			26.44	13.46	17.5	砂泥	なし	0	一面の砂地					
164														
漁港南	164	36°	51'	18.07	137°	00'	12.25	15.4	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	165			17.97			5.82	13.0	砂泥	アマモ	3	ほとんど花株		
	166			18.26	59.89	10.4	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株				
	167			18.04	136°	59'	54.95	8.2	砂泥	アマモ	5	花株 栄養株有		
	168			17.9			47.48	6.3	砂泥	アマモ	4	栄養株多い、花株も有		
	169													
	170	36°	51'	12.01	136°	59'	51.16	6.3	砂泥	アマモ	4	栄養株、花株		
	171			11.72			58.30	8.9	砂泥	アマモ、ウミヒルモ	5	アマモ栄養株、花株。ウミヒルモの種子は確認できず		
	172			12.01	137°	00'	7.47	12.2	砂泥	アマモ	5	花株のみ		
	173			11.56	16.92	17.6	砂泥	なし	0	一面の砂地				
174	58.57			27.14	19.7	砂泥	なし	0	一面の砂地					
175	36°	50'	58.76	137°	00'	18.18	14.8	砂泥	なし	0	一面の砂地			
176			58.90			12.69	11.5	砂泥	アマモ	5	ほとんど花株、栄養株も有			
177			46.92	17.66	9.8	砂泥	アマモ	5	ほとんど栄養株					
窪	178	36°	50'	47.75	137°	00'	24.63	14	砂泥	アマモ	2	花株枯れてきている、栄養株も有		
	179			47.51			28.38	16.1	砂泥	なし	0	一面の砂地		
	180			48.51			36.07	21.0	砂泥	なし	0	一面の砂地		

表 2-2 氷見市地先の水中ビデオカメラ調査定点の位置、底質、海草・海藻の繁茂状況

(2017年11月6日)

St.	緯度(度分秒)			経度(度分秒)			水深(m)	底質	海草類	海草類被度	備考	
	度	分	秒	度	分	秒						
菟田	67.1	36°	53'	30.66	137°	00'	24.28	4.5	砂泥	なし	0	一面の砂地(砂面が波打っている)
	70.1			16.39			18.62	6.5	岩	なし	0	ノコギリモク
	70.2	36°	53'	16.29	137°	00'	9.78	4.0	砂泥	なし	0	一面の砂地(砂面が波打っている)
	70.3			16.13			1.70	2.3	砂泥	なし	0	一面の砂地(砂面が波打っている)
	70.4	36°	53'	10.91	137°	00'	12.91	6.4	岩、砂泥	なし	0	ノコギリモク、ヤツマタモク
	70.5			10.80			8.24	5.2	砂泥	なし	0	
	70.6	36°	53'	4.77	137°	00'	5.38	6.2	砂泥、石	アマモ	1	ホンダワラ類
70.7	5.14			136°			59'	56.48	3.1	岩、少し砂泥	なし	0
阿尾	76.1	36°	52'	57.64	136°	59'	53.79	5.3	砂泥	なし	0	
	76.2	36°	52'	53.63	136°	59'	43.80	3.8	砂泥	コアモ	1	ごく僅かに有り
	77	36°	52'	53.46	137°	00'	15.99	12.3	砂泥	なし	0	
	77.1	36°	52'	50.50	136°	59'	53.19	7.0	岩、砂泥	なし	0	ノコギリモク
	77.5	36°	52'	49.2	136°	59'	40.66	4.1	砂泥	アマモ	3	夏に栄養株があったところ
	78.5	36°	52'	42.69	136°	59'	50.61	7.8	砂泥	なし	0	
	79	36°	52'	40.62	136°	59'	21.6	2.4	砂泥	コアモ	1	夏にもコアモ有
	80			40.89			14.96	1.7	砂泥	コアモ	3	夏にもコアモ有
余川川	81	36°	52'	36.07	136°	59'	11.50	1.9	砂泥			濁り強く見えない
	82			36.13			17.87	2.7	砂泥		濁り強く見えない	
	83			36.03			30.78	4.5	砂泥	アマモ、ウミヒルモ	1	夏に栄養株があったところ
	83.5			36.07			35.83	5.5	砂泥	なし	0	夏に栄養株と花株があったところ
	84			36.54			47.59	8.2	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	85			35.99			59.56	11.8	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	86	36.41	7.58	14.8	砂泥	なし	0	一面の砂地				
	89	36°	52'	31.35	137°	00'	2.47	13.8	砂泥	なし	0	一面の砂地
	90			31.26			52.09	10.6	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	91			31.26			42.26	7.9	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	92			31.46			33.69	6.1	砂泥	なし	0	夏に栄養株と花株があったところ
	93			31.51			28.25	4.8	砂泥	アマモ	2	夏に栄養株があったところ
	94			31.43			22.26	3.8	砂泥	アマモ	1	
	95			31.25			15.83	3.1	砂泥、石	なし	0	濁り強くよく見えない
	96			25.88			27.59	5.8	砂泥	アマモ	1	良く見えない
	97			25.83			36.21	7.8	砂泥	なし	0	夏に花株のみ
	98			26.06			44.29	9.6	砂泥	なし	0	夏に花株のみ
99	25.65	50.11	10.9	砂泥	なし	0	夏に花株のみ					
100	25.91	55.83	12.4	砂泥	なし	0	一面の砂地					
漁港北	104	36°	52'	20.35	136°	59'	56.37	12.9	砂泥	なし	0	一面の砂地
	105			20.40			43.58	9.7	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	106			20.52			33.25	7.6	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	107			20.37			24.84	5.6	砂泥	アマモ	1	夏に栄養株と花株があったところ
	108			20.41			17.1	3.4	砂泥	アマモ	4	夏に栄養株があったところ
	109			20.32			12.37	2.5	砂泥	なし	0	濁り強くよく見えない
	110	36°	52'	12.81	136°	59'	19.35	3.9	砂泥	アマモ	4	濁り強い。夏に栄養株があったところ
	111			13.14			29.84	6.6	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	112			13.27			42.89	9.5	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	113			13.08			55.22	12.5	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	114			13.36			6.26	15.6	砂泥	なし	0	一面の砂地、濁り強い
	116	36°	52'	7.57	137°	00'	9.56	16.4	砂泥	なし	0	濁り強い。
	117			7.18			1.70	13.7	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	118			6.74			55.77	11.7	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	119			6.93			47.70	9.8	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	120			7.29			38.58	7.7	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど
	121			7.05			30.28	6.0	砂泥	アマモ	1	少し有。濁り強く見えにくい
	122			6.89			24.07	4.7	砂泥	なし	0	濁り強い
	123			7.11			14.08	2.8	砂泥	なし	0	濁り強い
124	1.38	19.57	3.6	砂泥	なし	0	濁り強い					
125	0.79	28.3	4.9	砂泥	なし	0	濁り強い					
126	1.08	36.93	6.4	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど					
127	1.28	45.61	8.1	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど					
128	1.2	52.03	9.9	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど					
129	1.22	57.47	12.0	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど					
130	1.26	1.54	13.2	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど					
133	36°	51'	57.33	136°	59'	50.00	8.5	砂泥	なし	0	濁り強い。夏に花株がほとんど	
136	36°	51'	54.57	136°	59'	37.86	5.9	砂泥			濁りでまったく見えない	
137			54.36			32.42	5.4	砂泥		濁りでまったく見えない		
138			54.87			25.61	4.0	砂泥		濁りでまったく見えない		
139			54.64			22.70	3.8	砂泥		濁りでまったく見えない		
140			50.2			27.32	3.9	砂泥		濁りでまったく見えない		
141	50.15	33.03	4.6	砂泥		濁りでまったく見えない						

漁港東	151	36°	51'	39.28	136°	59'	58.24	12.7	砂泥	なし	0	
	155			32.09			58.74	12.2	砂泥	なし	0	
	156			31.75			53.63	10.2	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	160			28.59			52.69	9.3	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	161			26.44			56.59	10.6	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
漁港東	162	36°	51'	26.72	137°	00'	3.08	13.2	砂泥	なし	0	一面の砂地
	164			17.93			11.70	16.0	砂泥	なし	0	一面の砂地
漁港南	165	36°	51'	18.01	136°	59'	6.04	13.4	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	166			18.34			59.84	10.8	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	167			17.98			54.56	8.8	砂泥	なし	0	夏に栄養株と花株があったところ
	168			18.27			47.92	6.6	砂泥	なし	0	夏に栄養株と花株があったところ
	169			18.00			42.75	5.2	砂泥	なし	0	
	170			12.08			50.99	6.9	砂泥	アマモ	2	夏に栄養株があったところ
	171			11.74			58.30	8.7	砂泥	なし	0	夏に栄養株と花株があったところ
	172			12.02			7.47	12.9	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
	175			58.69			18.07	15.1	砂泥	なし	0	一面の砂地
	176			58.70			12.52	11.7	砂泥	なし	0	夏に花株がほとんど
窪	177	36°	50'	47.88	137°	00'	18.08	10.4	砂泥	アマモ	2	夏にほとんどが栄養株だったところ
	178			48.02			24.30	14.0	砂泥	アマモ	0	夏に花株がほとんど
	183			38.25			30.39	12.3	砂泥	なし	0	一面の砂地
	184			38.38			25.84	10.0	砂泥	アマモ	1	
	185			38.78			18.10	7.2	砂泥	なし	0	
	187			29.36			29.23	7.8	砂泥	なし	0	
	189			23.62			38.18	8.7	砂泥	なし	0	
	190			23.69			48.16	14.0	砂泥	なし	0	
	194			11.92			11.92	19.3	砂泥	なし	0	
	195			12.32			58.42	11.9	砂泥	なし	0	
島尾	196	36°	50'	12.78	137°	01'	48.05	7.7	砂泥	なし	0	
	197			1.97			59.76	7.4	砂泥	アマモ	1	ごく僅かに有り
	198			1.49			10.55	11.0	砂泥	なし	0	
	199			1.82			19.12	15.2	砂泥	なし	0	

表 2-3 氷見市地先の水中ビデオカメラ調査定点の位置、底質、海草・海藻の繁茂状況

(2018年1月19日)

St.	緯度(度分秒)			経度(度分秒)			水深(m)	底質	海草類	海草類被度	備考	
	度	分	秒	度	分	秒						
敦田	70.15		15.88			15.16	5.8	砂泥	なし	0	濁り強い。遠くにホンダワラ類	
	70.25	36°	53'	19.96	137°	00'	5.93	2.2	砂泥	アマモ	5	濃密に繁茂。漁港内。近くにホンダワラ類
	70.55		16.72			0.93	2.2	砂泥	なし	0	一面の砂地	
	70.56	36°	53'	11.19	137°	00'	11.32	5.6	砂泥	なし	0	一面の砂地
	70.57		6.72			5.99	5.8	砂泥	ウミヒルモ	0	僅かに生育	
阿尾	70.8	36°	52'	56.92	137°	00'	2.03	7	砂泥	アマモ	3	若い株
	76.3	36°	52'	53.40	136°	59'	52.09	5.6	砂泥	アマモ	3	若い株
	77.5	36°	52'	49.51	136°	59'	41.38	3.9	砂泥	アマモ	3	夏に栄養株有。秋にもアマモ有。
	78.5	36°	52'	42.54	136°	59'	51.27	7.9	砂泥	アマモ	4	若い株
	78.6	36°	52'	38.36	136°	59'	35.83	5.1	砂泥	アマモ	1	僅かに有り
	79		40.6			21.77	2.3	砂泥				濁りで見えない。夏、秋にコアマモ有。
	80	36°	52'	40.67	136°	59'	14.85	1.8	砂泥			濁りで見えない。夏、秋にコアマモ有。
余川川	81		36.00			11.82	2	砂泥			濁りで見えない	
	82		36.3			17.92	2.8	砂泥			濁りで見えない	
	83		36.01	136°	59'	31.11	4.4	砂泥	なし	0	濁りで見づらい。秋にアマモとウミヒルモ有。	
	83.5	36°	52'									
	84		36.04			48.30	8.3	砂泥	アマモ	4	若い株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	85		36.07			0.22	12.1	砂泥	アマモ	5	若い株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。秋にアマモなし。	
	86		35.71	137°	00'	7.97	15.0	砂泥	なし	0	濁りで見づらい	
	89		30.82	137°	00'	2.47	13.8	砂泥	なし	0	一面の砂地	
	90		31.09			52.53	10.6	砂泥	アマモ	5	若い株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	91		31.04			42.53	8.2	砂泥	アマモ	4	若い株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	92	36°	52'	31.14	136°	59'	33.96	6.4	砂泥	アマモ	3	夏に栄養株と花株があったところ。秋にアマモなし。
	93		31.5			28.41	4.9	砂泥				濁り強くよく見えない。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。
	94		31.43			22.37	3.8	砂泥				濁り強く見えない。秋にアマモ有。
	95		31.21			15.78	2.7	砂泥・石				濁り強くよく見えない。他の海藻有
	96		25.33			27.81	5.7	砂泥				濁り強く見えない。秋にアマモ有。
	97		25.18			35.72	7.2	砂泥	アマモ	2	濁りで見づらい。夏に花株のみ。秋にアマモなし。	
	98	36°	52'	25.44	136°	59'	44.56	9.6	砂泥	アマモ	3	若い株。夏に花株のみ。秋にアマモなし。
99		26.31			50.33	10.9	砂泥	アマモ	2	若い株。濁りで見づらい。夏に花株のみ。秋にアマモなし。		
100		25.61			55.66	12.5	砂泥				濁りで見えない。	
漁港北	104		20.46			56.76	12.9	砂泥			濁りで見えない。	
	105		21.07			44.12	9.8	砂泥	アマモ	3	若い株。濁りで見づらい。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	106	36°	52'	20.08	136°	59'	33.03	7.5	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
	107		20.36			25.23	5.6	砂泥				夏に栄養株と花株があったところ。秋にアマモ有。
	108		20.25			17.98	3.5	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。	
	109		20.18			12.37	2.3	砂泥				濁り強くよく見えない
	110		13.29			19.52	3.8	砂泥				濁りで見えない。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。
	111		13.22	136°	59'	30.06	6.6	砂泥				濁りで見えない。夏に花株がほとんど
	112	36°	52'	12.63		42.86	9.3	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	113		12.68			55.93	12.6	砂泥	アマモ	?	若い株。濁りで見づらい。被度不明。夏に花株がほとんど。秋にアマモ	
	114		13.37	137°	00'	6.87	15.8	砂泥	なし	0	一面の砂地。濁り強い	
	116			137°	00'							
	117		7.12			2.36	13.8	砂泥				濁りで見えない。夏に花株がほとんど
	118		6.76			55.99	12.0	砂泥	アマモ	3	濁り強い。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	119	36°	52'	7.6		47.97	10.0	砂泥				濁りで見えない。夏に花株がほとんど
	120		7.45	136°	59'	39.40	7.9	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
	121		7			31.00	6.1	砂泥				濁りで見えない。秋にアマモ有。
	122		7.18			23.75	4.7	砂泥				濁りで見えない。
	123		7.31			14.02	2.6	砂泥				濁りで見えない。
	124											
125												
126												
127	36°	52'	1.26	136°	59'	46.38	8.2	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
128		1.53			52.25	9.9	砂泥				濁りで見えない。	
129												
130				137°	00'							
133	36°	51'		136°	59'							
136												
137	36°	51'		136°	59'							
138												
139												
140	36°	51'		136°	59'							
141												
漁港東	151		38.69			58.68	12.5	砂泥	なし	0	夏にウミヒルモ有。秋にウミヒルモなし。	
	155	36°	51'									
	156		31.5	136°	59'	53.24	9.9	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に花株がほとんど。秋にはなし。	
	160											
	161	36°	51'	26.33	136°	59'	57.42	10.8	砂泥	アマモ	3	濁りで見づらい。若い株。夏に花株がほとんど
162				137°	00'							

漁港南	164	36°	51'	137°	00'	0.88	10.7	砂泥	アマモ	4	若い株。夏に花株がほとんど																																						
	165											17.48	136°	59'	54.18	8.5	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。夏に栄養株と花株があったところ																													
	166											17.79																																					
	167											18.05									42.53	5.3	砂泥				濁りで見えない。夏に栄養株と花株があったところ																						
	168											18.05																																					
	169											18.05																																					
	169.5											11.82																136°	59'	40.66	4.4	砂泥			濁りで見えない。														
	170											11.69																																					
	171											11.59																								137°	00'	50.88	6.5	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。						
	172											7.20																																12.3	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。	
176	58.53	137°	00'	13.46	11.9	砂泥	アマモ	?	濁りで見づらく、被度不明。																																								
176.5	58.15									136°	59'	59.45	6.4	砂泥			濁りで見えない。																																
177	47.66																	18.24	10.0	砂泥																													
178																																																	
183																																																	
184	38.76																				26.04	10.1	砂泥	なし	0	濁りで見づらい。秋にアマモ有。																							
185	38.08																										18.29	6.5	砂泥			濁りで見えない。																	
186	38.02																																9.50	4.5	砂泥														
187																																																	
188	23.09																																			27.91	5.2	砂泥	なし	0	濁りで見づらい。								
189	23.27	37.90	8.2	砂泥			濁りで見えない。																																										
190	23.07							47.85	13.1	砂泥	なし	0	濁りで見づらい。																																				
194	12.23													12.34	19.5	砂泥	なし	0																															
195																																																	
196	11.82																			48.28																						7.3	砂泥	なし	0	濁りで見づらい。			
196.5	1.27																				52.46	4.9	砂泥	なし	0																								
197	1.49																										59.6	7.1	砂泥	なし	0	秋にごく僅かに有り																	
198	1.53																																11.63	11.4	砂泥												なし	0	ごく僅かにアマモ有るかも？
199																																																	
島尾	196.5																																			36°	50'	137°	00'	52.46	4.9								
	197	1.49																																															
	198	1.53	11.63	11.4	砂泥	なし	0	ごく僅かにアマモ有るかも？																																									
	199																																																

表 2-4 氷見市地先の水中ビデオカメラ調査定点の位置、底質、海草・海藻の繁茂状況

(2018年3月12日)

St.	緯度(度分秒)			経度(度分秒)			水深(m)	底質	海草類	海藻類 被度	備考	
	度	分	秒	度	分	秒						
数田	68.5		19.97				30.16	5.8	岩	なし	0	ホンダワラ類密
	70.15		16.38				14.89	5.5	砂泥	なし	0	
	70.55	36°	53'	12.04	137°	00'	0.27	3.2	砂泥	なし	0	
	70.56		11.40				10.88	5.4	砂泥	なし	0	もしかしたらウミヒルモあるかも?
	70.57		6.79				5.71	5.6	砂泥、石	なし	0	僅かにホンダワラ類生育
阿尾	70.75	36°	53'	0.31	136°	59'	54.56	4.3	岩	なし	0	ホンダワラ類密
	70.8	36°	52'	56.85	137°	00'	2.09	7.3	砂泥	アマモ	4	実生株。
	76.3	36°	52'	53.15	136°	59'	51.49	5.2	砂泥	アマモ	4	実生株。
	77.5	36°	52'	48.94	136°	59'	40.85	4.0	砂泥	アマモ	1	夏に栄養株有。秋と冬にもアマモ有。
	78.5	36°	52'	42.40	136°	59'	50.55	7.7	砂泥	アマモ	5	実生株。
	78.6	36°	52'	38.97	136°	59'	35.99	4.9	砂泥	アマモ	2	実生株。
	79	36°	52'	36.00	136°	59'	11.50	2.1	砂泥	コアマモ	2	夏、秋、冬にコアマモ有。
	80	36°	52'	36.13	136°	59'	18.20	1.8	砂泥	コアマモ	1	夏、秋、冬にコアマモ有。
余川川	81		36.00				11.50	1.8	砂泥	アマモ	1	
	82		36.13				18.20	2.7	砂泥	なし	0	
	83		35.93	136°	59'		30.56	4.3	砂泥	アマモ	2	
	83.5	36°	52'	36.06			36.16	5.6	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密
	84		35.97				48.30	8.3	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
	85		36.30	137°	00'		0.16	11.8	砂泥	アマモ	5	実生株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。秋にアマモなし。
	86		36.22				7.75	14.6	砂泥	なし	0	
	89		31.14	137°	00'		2.20	13.5	砂泥	なし	0	
	90		30.81				52.31	10.6	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
	91		31.41				42.04	8.0	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
	92	36°	52'	30.99	136°	59'	33.63	6.1	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に栄養株と花株があったところ。秋にアマモなし。
	93		31.61				28.30	4.7	砂泥	アマモ	3	再生株あり。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。
	94		31.41				22.32	3.7	砂泥	アマモ	3	再生株あり。秋にアマモ有。
	95		31.41				15.73	2.5	砂泥、石	なし	0	
	96		25.81				27.81	5.8	砂泥	アマモ	3	実生株。秋にアマモ有。
	97		26.03				36.38	7.7	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株のみ。秋にアマモなし。
	98	36°	52'	26.05	136°	59'	44.78	9.2	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株のみ。秋にアマモなし。
	99		25.43				50.39	11.0	砂泥	アマモ	3	実生株。少しまばら。夏に花株のみ。秋にアマモなし。
	100		25.89				56.15	12.4	砂泥	なし	0	
	漁港北	104		20.79				56.59	12.9	砂泥	アマモ	2
105			20.57				43.58	9.7	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
106		36°	52'	20.51	136°	59'	33.03	7.3	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
107			20.25				25.01	5.4	砂泥	アマモ	4	実生株。夏に栄養株と花株があったところ。秋にアマモ有。
108			20.69				17.32	3.4	砂泥	アマモ	3	再生株。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。
109			20.62				12.76	2.4	砂泥	なし	0	
110			13.33				19.08	3.6	砂泥	アマモ	3	再生株。夏に栄養株があったところ。秋にアマモ有。
111			13.55	136°	59'		29.90	6.4	砂泥	アマモ	4	実生株。夏に花株がほとんど
112		36°	52'	13.63	136°	59'	43.08	9.2	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
113			13.36				55.61	12.5	砂泥	アマモ	3	実生株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
114			13.56	137°	00'		6.43	15.0	砂泥	なし	0	一面の砂地。
116			7.59	137°	00'		10.11	16.5	砂泥	アマモ	1	実生株。ところどころに有。
117			7.42				1.76	13.7	砂泥	アマモ	3	実生株。夏に花株がほとんど
118			7.44				55.77	11.9	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
119		36°	52'	7.38	136°	59'	47.80	9.9	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど
120			7.52				38.96	7.8	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。
121			7.49				30.45	5.8	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。秋にアマモ有。
122			7.57				23.91	4.6	砂泥	アマモ	4	再生株あり。
123			7.53				14.79	2.6	砂泥	?	?	生育しているそうだが、濁りで良く見えない。
124			1.63				20.12	3.4	砂泥	なし	0	よく見えない
125		1.55				28.25	4.5	砂泥	アマモ	4		
126		1.42	136°	59'		37.15	6.2	砂泥	アマモ	3	実生株。	
127	36°	52'	1.39	136°	59'	45.50	7.9	砂泥	アマモ	3	実生株。夏に花株がほとんど。秋にアマモなし。	
128		1.46				52.03	9.6	砂泥	アマモ	5	実生株。	
129		1.56				57.64	11.9	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密	
130		1.34	137°	00'		0.60	12.9	砂泥	アマモ	5	実生株。	
131	36°	51'	1.49	136°	59'	14.89	18.3	砂泥	アマモ	3	この海域でいちばん深い所で生育確認	
133		57.44				49.62	8.2	砂泥	アマモ	5		
137	36°	51'	54.54	136°	59'	32.15	5.1	砂泥	?	?	濁りでよく見えない。	
138		54.56				25.72	4.0	砂泥	?	?	濁りでよく見えない。	
139												
140	36°	51'	49.71	136°	59'	27.37	3.4	砂泥	?	?	濁りでよく見えない。	
141		49.94				33.25	4.3	砂泥	アマモ	3		
漁港東	151		39.19	59'			57.75	12.2	砂泥	なし	0	夏にウミヒルモ有。秋にウミヒルモなし。春も観察できず。
	154		31.84	00'			6.43	14.7	砂泥	なし	0	
	155	36°	51'	31.95	136°		58.74	11.8	砂泥	アマモ	2	実生株、少し有。
	156		32.07	59'			53.68	10.0	砂泥	アマモ	5	実生株。夏に花株がほとんど。秋にはなし。
	157		31.69				49.29	8.5	砂泥	なし	0	
	161	36°	51'	26.54	136°	59'	56.65	10.4	砂泥	アマモ	5	実生株。夏に花株がほとんど
162												

漁港南	164	36°	51'	17.98	137°	00'	11.87	15.9	砂泥	アマモ	1	実生株。まばらに生育。			
	165			18.09			5.60	13.0	砂泥	アマモ	4	実生株。夏に花株がほとんど			
	166			18.19			59.84	10.6	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。			
	167			18.22			54.23	8.5	砂泥	アマモ	4	夏に栄養株と花株があったところ			
	168			18.08			48.08	6.5	砂泥	アマモ	1	夏に栄養株と花株があったところ			
	169	18.09	42.86	5.2	砂泥	なし	0								
	169.5	36°	51'	12.48	136°	59'	41.66	4.2	砂泥	なし	0				
	170			11.96			51.16	6.5	砂泥	アマモ	1	少しだけ生育。			
	171														
	172			12.30			7.31	12.6	砂泥	アマモ	4	実生株。			
176	36°	50'	58.92	137°	00'	12.69	11.6	砂泥	アマモ	5	実生株。濃密。				
176.5			58.87			59.73	6.6	砂泥	アマモ	3					
窪	177	36°	50'	47.87	137°	00'	18.02	10.0	砂泥	アマモ	3	濁りで見えない。夏にアマモの栄養株がほとんど。秋にも有り。			
	178														
	183														
	184			38.53			25.60	9.8	砂泥	アマモ	3	秋にアマモ有。			
	185			38.21			18.13	6.7	砂泥	アマモ	1				
	186			38.41			9.23	4.4	砂泥	なし	0				
	187														
	188			23.53			28.07	5.5	砂泥	なし	0				
	189			23.36			38.51	8.3	砂泥	なし	0				
	190			23.52			47.96	13.4	砂泥	アマモ	1	わずかにアマモ有。			
	194			12.12			11.69	19.0	砂泥	なし	0				
	195														
	196			12.08			48.28	7.2	砂泥	なし	0				
島尾	196.5	36°	50'	1.82	137°	00'	52.46	4.9	砂泥	なし	0				
	197			1.96			59.49	6.9	砂泥	なし	0	濁りで良く見えない。			
	198			2.12			10.64	11.2	砂泥	アマモ	1	ごく僅かにアマモ有			
	199			2.01			13.77	12.4	砂泥	なし	0				
	200			1.79			20.15	15.4	砂泥	なし	0				



仏島1真下 10.1m



仏島2真下 12.7m



仏島3真下 18.9m



仏島3.5真下 22.9m



仏島4真下 13.5m



仏島5横 15.1m



仏島6真下 10.1m



仏島7真下 15.1m

写真 2-4 氷見市地先の各定点(2017年夏季 仏島)



仏島8真下 4.0m



仏島9横 4.2m



仏島10横 5.9m



女良11真下 3.2m



女良12真下 10.3m



女良13真下 21.1m



女良14真下 19.3m



女良15真下 18.4m

写真 2-5 氷見市地先の各定点(2017年夏季 仏島～女良)



虻が島周辺16真下 18.4m



虻が島周辺17真下 16.6m



虻が島周辺18横 14.0m



虻が島周辺19真下 12.1m



虻が島周辺20真下 14.4m



虻が島周辺21真下 16.6m



虻が島周辺22横 19.2m

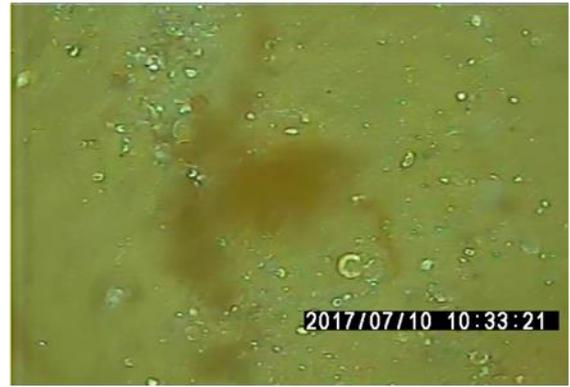


虻が島周辺23真下 16.5m

写真 2-6 氷見市地先の各定点(2017年夏季 虻が島)



虻が島周辺24真下 19.9m



虻が島周辺25真下 18.5m



虻が島周辺26真下 16.9m



虻が島周辺27真下 14.0m



虻が島周辺28横 13.4m



虻が島周辺29真下 10.4m



虻が島周辺30真下 7.9m



虻が島周辺31横 10.1m

写真 2-7 氷見市地先の各定点(2017年夏季 虻が島)



虻が島周辺32横 9.4m



虻が島周辺34横 6.5m



虻が島周辺35真下 12.8m



虻が島周辺37真下 11.6m



虻が島周辺38横 13.9m



虻が島周辺39横 9.8m



虻が島周辺40真下 20.1m



虻が島周辺41横 5.8m

写真 2-8 氷見市地先の各定点(2017年夏季 虻が島)



虻が島周辺42横 3.5m



虻が島周辺43横 5.2m



大境44真下 10.4m



大境45横 16.9m



大境46横 25.0m



大境47横 9.9m



小境48横 25.4m



小境49横 20.0m

写真 2-9 氷見市地先の各定点(2017年夏季 虻が島～小境)



小境50真下 12.3m



小境51真下 20.6m



宇波52横 12.3m



小境53真下 5.6m



宇波54真下 9.8m



宇波55横 17.4m



宇波56真下 18.1m



宇波57横 8.2m

写真 2-10 氷見市地先の各定点(2017年夏季 小境～宇波)



宇波58横 9.3m



泊59真下 20.0m



泊60横 13.2m



泊61真下 9.0m



泊62真下 8.9m



泊63真下 15.6m



小杉64真下 8.1m



小杉65真下 7.0m

写真 2-11 氷見市地先の各定点(2017年夏季 宇波~小杉)



小杉66横 9.3m



藪田67真下 18.2m



藪田68横 8.2m



藪田69真下 19.1m



藪田72真下 8.9m



藪田73真下 6.6m



藪田73.5真下 4.0m



藪田74真下 8.5m

写真 2-12 氷見市地先の各定点(2017年夏季 小杉～藪田)



阿尾76真下 17.3m



阿尾77真下 14.9m



阿尾77.5真下 4.1m



阿尾78横 4.3m



阿尾78.5真下 8.0m



阿尾79真下 2.7m



阿尾80真下 2.1m



余川川81真下 2.3m

写真 2-13 氷見市地先の各定点(2017年夏季 阿尾～余川川)



余川川82真下 3.0m



余川川83横 4.9m



余川川83.5横 6.3m



余川川84真下 8.4m



余川川85真下 12.1m



余川川86真下 15.1m



余川川87真下 19.4m



余川川88真下 17.9m

写真 2-14 氷見市地先の各定点 (2017 年夏季 余川川)



余川川89横 14.1m



余川川90真下 10.5m



余川川91真下 8.4m



余川川92真下 6.4m



余川川93横 5.5m



余川川96真下 6.2m



余川川97真下 7.6m



余川川98真下 9.6m

写真 2-15 氷見市地先の各定点 (2017 年夏季 余川川)



余川川99真下 11.3m



余川川100真下 12.5m



余川川101真下 14.3m



漁港北102横 19.7m



漁港北104横 13.3m



漁港北105真下 9.8m



漁港北106横 7.7m



漁港北107真下 5.5m

写真 2-16 氷見市地先の各定点(2017年夏季 余川川～漁港北)



漁港北108横 3.9m



漁港北109真下 2.7m



漁港北110横 4.3m



漁港北111真下 6.4m



漁港北112真下 9.5m



漁港北113真下 12.4m



漁港北117横 14.0m



漁港北118横 12.2m

写真 2-17 氷見市地先の各定点(2017年夏季 漁港北)



漁港北119真下 9.8m



漁港北120真下 7.5m



漁港北121真下 6.0m



漁港北122真下 4.7m



漁港北123横 3.2m



漁港北124真下 3.7m



漁港北125真下 5.1m



漁港北126真下 6.8m

写真 2-18 氷見市地先の各定点 (2017 年夏季 漁港北)



漁港北127真下 7.9m



漁港北128横 10.0m



漁港北129真下 12.1m



漁港北130真下 13.4m



漁港北131横 18.5m



漁港北132真下 13.9m



漁港北133横 8.0m



漁港北1324真下 3.9m

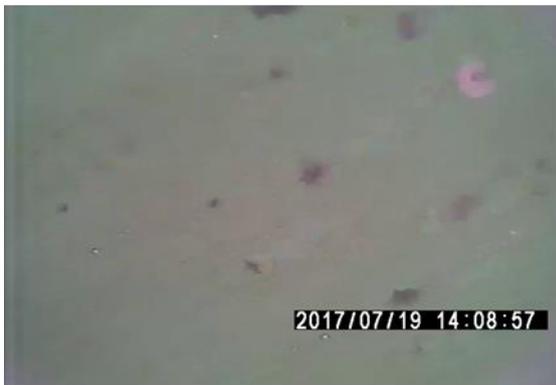
写真 2-19 氷見市地先の各定点 (2017 年夏季 漁港北)



漁港北136横 6.0m



漁港北137真下 4.8m



漁港北142真下 15.7m



漁港北143横 12.4m



漁港北144真下 3.7m



漁港北150真下 9.9m



漁港北155真下 11.7m



漁港北156真下 9.9m

写真 2-20 氷見市地先の各定点 (2017 年夏季 漁港北)



漁港北160真下 9.2m



漁港北161真下 10.4m



漁港北160真下 13.9m



漁港南165真下 13.0m



漁港南166真下 10.4m



漁港南167真下 8.2m



漁港南168横 6.3m



漁港南168真下 6.3m

写真 2-21 氷見市地先の各定点(2017年夏季 漁港北～漁港南)



漁港南170真下 6.3m



漁港南171横 8.9m



漁港南171真下 8.9m



漁港南172真下 12.2m



漁港南173真下 17.6m



漁港南176横 11.5m



漁港南177横 9.8m



漁港南178横 14.0m

写真 2-22 氷見市地先の各定点(2017年夏季 漁港南)

3. 衛星画像を用いた藻場分布解析

3-1 目的

富山県沿岸域における藻場分布域については、これまでに2001～2002年と2011～2012年に航空機から撮影された空中写真により、岩礁域に繁茂する海藻の藻場と砂泥域に繁茂するアマモ場を合わせて、およそ1,100haと見積もられている（富山水試 2002、富山水研 2013）。また、本事業により2012～2014年度に実施された人工衛星画像の解析により、富山県沿岸の主要な岩礁性藻場において、その分布域を深い水深帯まで詳細に把握した。砂泥域に形成されるアマモ場については、氷見市から高岡市の沿岸域に存在することが潜水調査結果から報告されており（藤田2001、富山県水産試験場 2002 および 2007）、分布水深については比較的詳細な記述があるものの、海岸線に沿った水平方向の分布の広がりについてはほとんど明らかとされていない。一方、富山県水産試験場（2002）および富山県水産研究所（2013）による航空機からの空中写真を用いた解析では、アマモ場の範囲が示されたが、水深10m以深において画像の判読に困難な場合があったことが指摘されており（富山県水産研究所 2013）、砂泥性のアマモ場の分布域、特に深い水深帯での分布域については再検討を要すると思われる。

2016年度には、富山県西部の計795地点において取得した現場観測データを基に、画像解析ソフトENVI 5.2を使用して、Rapid-Eyeの衛星画像（解像度5m）から県西部氷見市のアマモ場繁茂期の分布域を推定した。しかしながら、高い分類精度には至っておらず、その要因として、深い海域での光の減衰を考慮した水柱補正を行っていないことが一つの要因であると考えられた。

そこで、昨年度に引き続き、本研究では人工衛星リモートセンシングを活用した藻場マッピングの手法を富山湾の砂泥性藻場（アマモ場）の解析に適用し、富山県北西海域（氷見市沿岸域）におけるアマモ場分布域を推定することを目的とした。なお、本年度は、昨年度よりも精度の高い藻場分布域を推定するため、人工衛星画像に水柱補正（BRI:Bottom Reflectance Index）を施すことによって、アマモ場分布域を推定した。なお、2017年度に撮影された衛星画像の中で、解析に適する画像がなかったため、昨年度に用いた同じ衛星画像（図1-6左）を使用し、水柱補正を行わなかった2016年度（図1-6右）と本年度の画像解析結果を比較した。

3-2 解析方法

人工衛星画像の解析は、画像解析ソフト（ENVI 5.2）を用い、Mumby and Edwards（2000）ならびに澤山・小松（2011）を参考に藻場分布を推定した。本解析では、いくつかのサブエリアに分けずに解析作業を実施した。本年度は、（一財）リモート・センシング技術センター（RESTEC）が開発した沿岸情報マッピングソフトCMOBAH3.0と画像解析ソフト（ENVI 5.2）を使用して、2016年3月17日に撮影されたRapidEyeの画像（5m解像度）に、大気補正と水中での光の減衰を補正する水柱補正（BRI補正：Sagawa *et. al* 2010）を行いアマモ場分布域のマッピングを行った。

画像解析のフローを以下に示す。①底質のシートゥルースデータの取得（底質を、アマモ場、岩礁性藻場、砂泥に分け、アマモ場の被度を6段階に区分）、②高解像度の衛星画像の入手、③画像の各種補正及びRGB合成、④関心領域（ROI）の設定、⑤教師付き画像解析（最尤法による底質分類→マッピング→微小領域の除去）⑥藻場面積の算出、⑦分類結果の精度検証。なお、基本的な解析手順の詳細については、平成27,28年度富山湾リモートセンシング事業報告書に記載され

ている。

上述したように、本年度は、RESTECが開発したCMOBAH3.0を用いて、陸域にマスクをかけるとともに大気補正と水柱補正を各バンド（4Bands：Blue Band、Green Band、Red Band、Red edge Band）の画像すべてに行った（図3-1）。

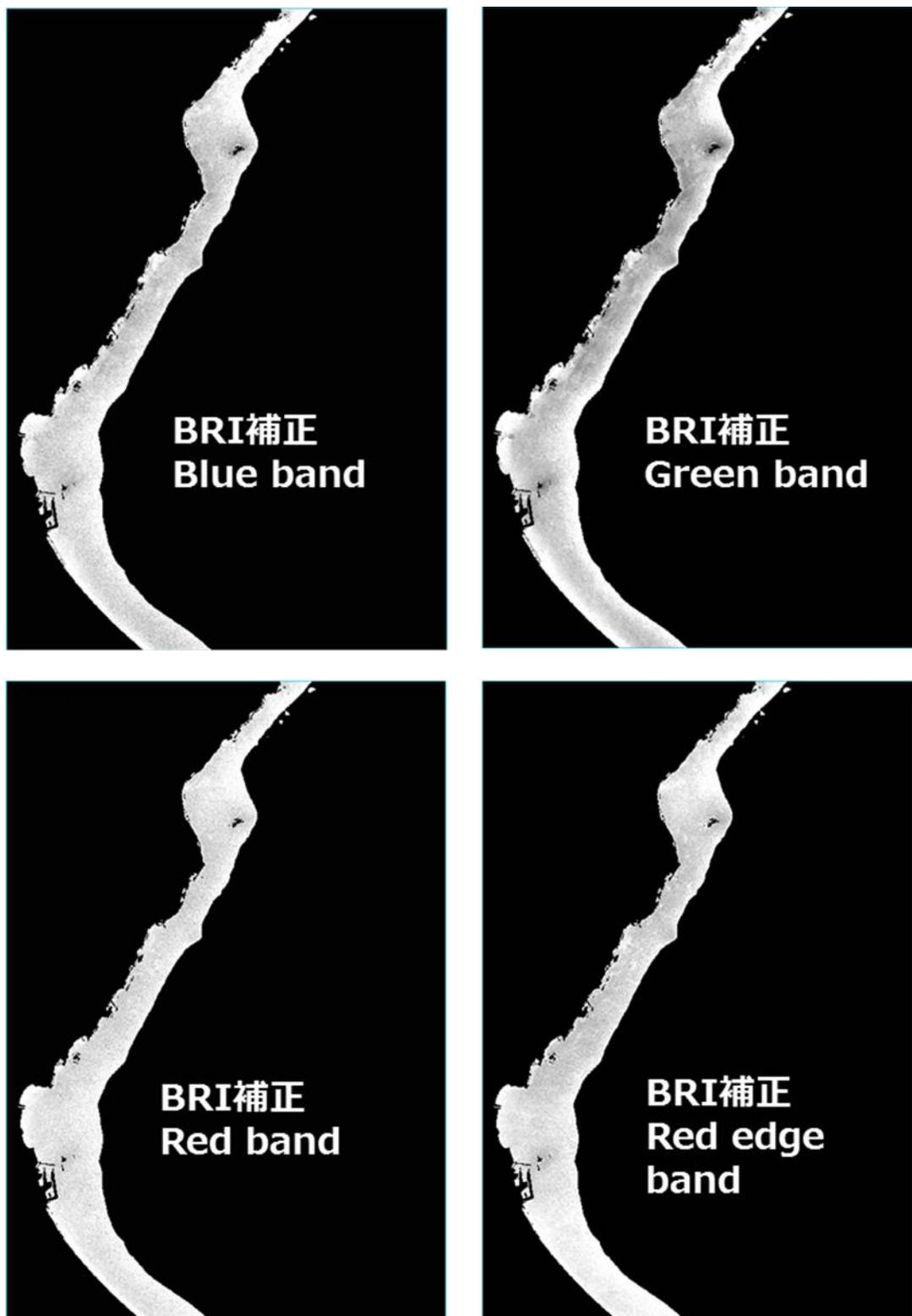


図 3-1 BRI 補正画像(4Bands)

水柱補正後、ENVI 5.2 を用いて、図 3-1 の Blue Band、Green Band、Red Band の 3 バンドの画像を合成 (RGB 合成) した。また、上述した現場のシートゥルースデータ (図 3-2 左) を用いて、関心領域 (ROI) の作成を行った。ROI の作成においては、主に衛星画像撮影日と同年の 2016 年のデータを使用し、分類精度の低かった岩礁性藻場についてのみ 2017 年のデータも加えた。なお、アマモ場に関しては、海草が確認できた全てのデータから被度 3 以上を選んだ。人工衛星画像の底質分類の手法として、最尤法による教師付き分類を採用しているが、この手法では画像上の一部の場所において、実際に現場の底質を確認し、その情報 (底質の種類) を画像上のピクセルに関連付けた上で、画像分類する必要がある。アマモ場 (緑)、岩礁性藻場 (赤)、砂泥 (黄色) の 3 つの底質に分類し、取得した現場の底質データから ROI を設定した (図 3-2 右)。



図 3-2 2015 年から 2017 年までの現場データ(左)と ROI 設定した水柱補正後の RGB 合成画像

画像解析は、画像解析ソフト ENVI5.2 の自動分類機能のうち、最尤法による教師付き分類により行った。得られた分類結果の画像には、微小領域 (飛び離れ点のようにピクセル単位で存在する小さな領域で、画像上のノイズ (雑音) に相当するもの) が認められたことから、ENVI5.2 の Majority analysis の機能を使用し、カーネルの範囲を 3 ピクセルとして、これらを除去した (ESRI ジャパン株式会社 2011)。

微小領域が除去された分類画像を対象に、画像解析ソフト ENVI5.2 の分類統計機能を使用して、底質ごとのピクセル数を計数し、RapidEye の画像解像度 ($5 \times 5 = 25\text{m}^2$) を乗ずることによって面積

を算出した。なお、藻場面積は最終的に ha（ヘクタール）で表記した（1 ha は 10,000 m² である）。

画像分類された結果の精度を検証するために、Ma and Redmond (1995) ならびに澤山・小松 (2011) に従い、分類精度の指数（ユーザー精度、プロデューサー精度、全体の精度、タウ係数）を算出した。これらの値は 0～1 の範囲をとり、1 に近いほど精度が高いと判断できる。精度の検証には、Generate Random Sample Using Ground Truth ROIs 機能を使用し、教師データとして、アマモ場の 70%、岩礁性藻場の 70% 及び砂泥の 70% を使用し、残り 30% を検証データとして利用した。

3-3 結果と考察

最尤法による教師付き分類を行った結果（図 3-3）、アマモ場と岩礁性藻場で、それぞれ過大・過小に分類された海域もあるが、昨年度の結果（図 1-6 右）に比べ、現場調査の結果（図 3-2 左）により一致していた。なお、昨年度、深い水深帯のほとんどが岩礁性藻場と誤分類されたが、BRI 補正を行うことにより、シートゥルースデータと概ね一致し砂泥域に分類されており、岩礁性藻場に誤分類されることはなかった。しかしながら、県最北部の仏島から女良にかけての深い水深帯（8～20m）は、スゲアマモとアマモが生育しているが、この海域の多くが砂泥に誤分類された。スゲアマモは、1 個体が密集して生育するが、パッチ状に散在していることから、砂泥の面積のほうが広くなり、砂泥に誤分類された可能性が高いと考えられた。また、浅い海域に生育する余川川北側のコアマモ群落が砂泥に誤分類された。

BRI 補正を行った画像分類の結果、アマモ場と分類されたピクセル数から富山県西部海域における繁茂期のアマモ場の面積は、約 592ha と推定された。過大評価であると考えられた昨年度のアマモ場の推定面積は、約 716ha（精度：65%）であったが、本年度のアマモ場の精度は 72% と昨年度よりも高くなり、より正確な面積を推定することができた。なお、岩礁性藻場の面積は約 360ha、砂泥域は約 697ha と推定できた。

航空写真を使って調査した富山湾の漁場環境（2001）と同（2011）のアマモ場面積は、それぞれ 385ha と 303ha と推定されているが、本調査結果から、これまでの航空写真による藻場面積の推定は過小評価である可能性が高いと考えられた。

BRI 補正を行うことにより、分類精度は、全体精度が 64%、タウ係数 0.54、アマモ場の精度は 72% となり、BRI 補正なしの画像を使用した昨年度よりもすべてにおいて高い精度となった（表 3-1）。アマモ場の精度を、一つの目標値である 70% 以上に高めることができた。通常、BRI による水柱補正を施した画像を用いた方が、分類精度が高まる（佐川ら 2009）ことが知られており、富山湾特有の深い海域にまで生育するアマモ場の分類においても、BRI 補正の有効性が示された。

今後さらに分類精度を上げるには、この海域のエリアをサブエリアにいくつか分けて分類する必要があると考えている。

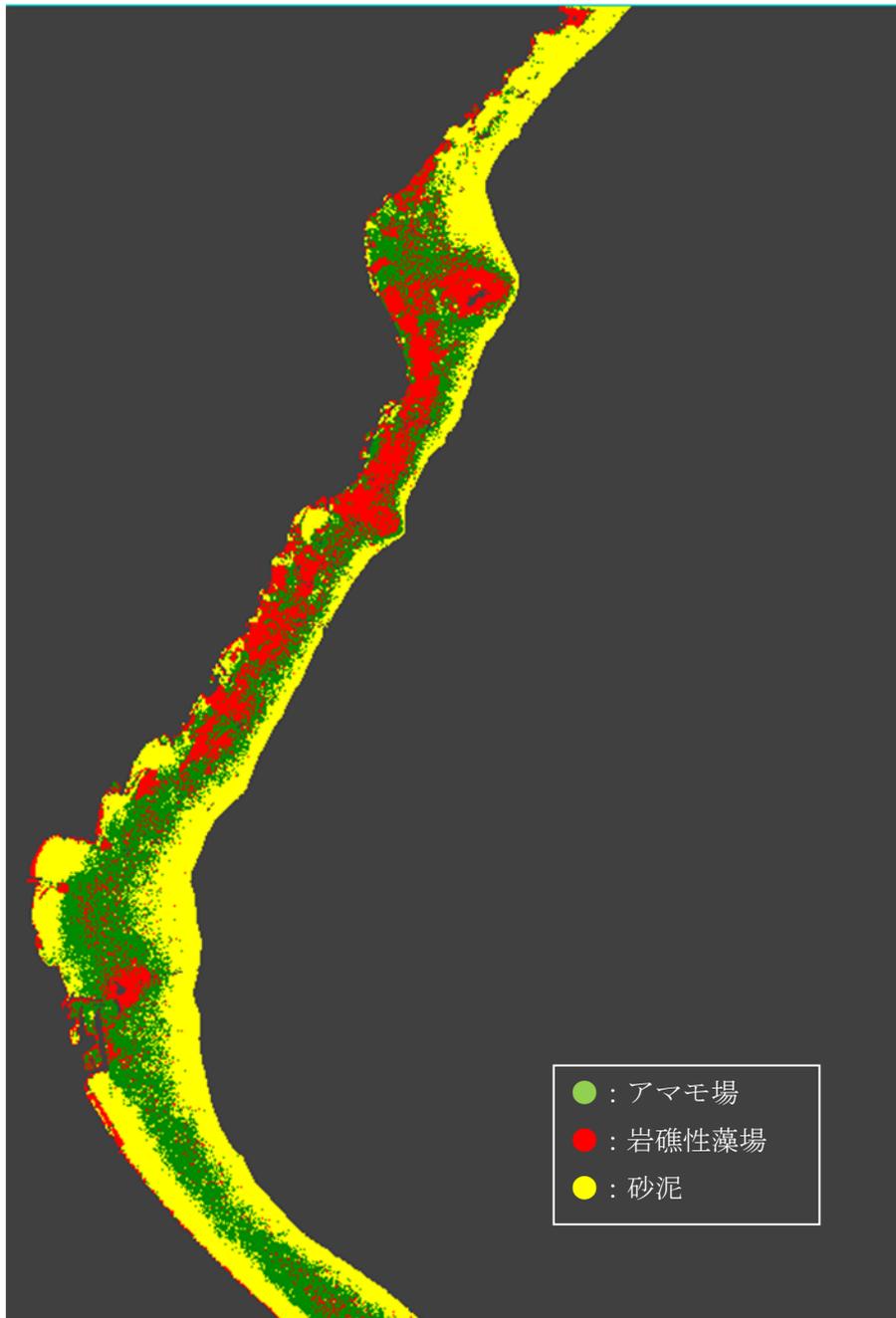


図 3-3 BRI 補正した氷見市沿岸域における藻場分布の推定結果

表 3-1 分類精度の検証

ALL Area		reference data				User 's accuracy
		seagrass	sand	seaweed	total	
mapping result	seagrass	71	18	9	98	0.72
	sand	53	68	2	123	0.55
	seaweed	21	3	51	75	0.68
	total	145	89	62	296	
Producer 's accuracy		0.49	0.76	0.82		
Overall accuracy					0.64	
Tau - coefficient					0.54	

4. 富山湾の海藻・海草に関する文献

4-1 論文—藻場—

- 菊池勘左衛門 (1934) 富山湾海藻目録. 富山教育, **255**, 1-24.
- 藤田大介・泉治夫 (1989) 富山県沿岸産海藻目録. 富山県水産試験場研究報告, **1**, 33-49.
- 藤田大介・岡田英男・坂田完三 (1990) サザエ稚貝の天然餌料としての漁港防波堤側面に生息する紅藻数種の重要性(英文). 富山県水産試験場研究報告, **2**, 41-51.
- 藤田大介・湯口能生夫 (1995) 富山県朝日町宮崎沿岸の海藻. 富山県水産試験場研究報告, **6**, 1-15.
- 藤田大介 (1996) 富山湾の無節サンゴモとその群落. 日本海ブロック試験研究集録, **33**, 63-70.
- 藤田大介 (1996) 黒部生地沿岸の海藻、サザエ及びキタムラサキウニ. 富山県水産試験場研究報告, **8**, 11-20.
- 藤田大介 (1996) エゾイシゴロモの培養藻体に生じた異常突起物(英文). 富山県水産試験場研究報告, **8**, 21-24.
- 藤田大介・岡本勇次・真山茂樹 (1996) 魚津市沿岸礫地帯の堆積砂で見つかった珪藻の1種(短報). 富山県水産試験場研究報告, **8**, 25-29.
- 新井章吾・藤田大介・寺脇利信 (1997) 富山県虻が島で見つかったヒジキの生育状況(短報). 富山県水産試験場研究報告, **9**, 49-52.
- 藤田大介 (1997) 富山湾東部沿岸域で認められている藻場の衰退現象. 藻類, **45**, 75.
- 藤田大介・高山茂樹 (1999) 富山県魚津市地先における海草ウミヒルモとコアマモの生育記録(短報). 富山県水産試験場研究報告, **11**, 67-70.
- 寺脇利信・新井章吾 (1999) 藻場の景観模式図 1. 富山県氷見市宇波地先. 藻類, **47**, 147-149.
- 藤田大介 (2001) 富山県沿岸産海藻目録(2001年改訂版). 富山県水産試験場研究報告, **13**, 1-18.
- 藤田大介 (2001) 海洋深層水をかけ流した磯焼け地帯転石の植生回復. 海洋深層水研究, **2**, 57-64.
- 池森貴彦・大慶則之・田島迪生 (2002) 能登半島東岸におけるホンダワラ類の現存量. 栽培技研, **29**, 101-106.
- 藤田大介・新井章吾・村瀬昇・田中次郎・渡辺孝夫・小善圭一・松村航・長谷川和清・千村貴子・佐々木美貴・松井香里 (2003) 氷見市虻が島周辺のガラモ場の垂直分布, 生産構造および葉上動物相. 富山県水産試験場研究報告, **14**, 43-60.
- 藤田大介・新井章吾・村瀬昇・長谷川和清・田中次郎 (2004) 富山湾西部虻が島のガラモ場における海藻の垂直分布と帯状構造. 藻類, **52**, 149-156.
- 藤田大介 (2004) 海底湧水によって維持される藻場. 月刊海洋, **36**, 810-815.
- Fujita, D., T. Ishikawa, S. Kodama, Y. Kato and M. Notoya (2006) Distribution and recent reduction of *Gelidium* beds in Toyama Bay, Japan. Journal of Applied Phycology, **18**, 591-598.
- 寺脇利信・新井章吾 (2006) 藻場の景観模式図 22. 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロック. 藻類, **54**, 173-175.
- 寺脇利信・新井章吾 (2008) 富山湾西部・虻が島地先. 藻類, **56**, 206-208.
- 砂澤洋平・鈴木秀和・能登谷正浩・藤田大介 (2009) 富山県氷見市沿岸のテングサ場における付着珪藻 *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenb. の発生状況. Diatom, **25**, 79-85.

Tsujimoto, R. (2011) Fisher activities to conserve the ecosystem of Toyama Bay. Biological and cultural diversity in coastal communities, Exploring the potential of *Satoumi* for implementing the ecosystem approach in the Japanese Archipelago. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series no. 61, 30-37.

池森貴彦・東出幸真・坂井恵一 (2012) 能登半島珠洲市沿岸におけるガラモ場とアマモ場の分布域の再検討. 能登海洋ふれあいセンター研究報告, 18,1-6.

東出幸真・小木曾正造・池森貴彦 (2014) 能登半島七尾湾西湾におけるアマモ類の生育状況について. 能登海洋ふれあいセンター研究報告, 20,17-23.

坂井恵一・東出幸真・小木曾正造 (2015) 能登半島5の七尾湾西湾に生育するアマモ *Zostera marina* の特徴. 能登海洋ふれあいセンター研究報告, 21,1-9.

池森貴彦・東出幸真・坂井恵一 (2016) 石川県の七尾西湾におけるアマモ類の分布域と季節的特徴. 日本海域研究, 47,29-33.

坂井恵一 (2017) 特異的な季節消長を示す能登半島七尾西湾のアマモ場. のと海洋ふれあいセンターだより, 46, 2-5.

4-2 論文－海藻培養－

松村航・藤田大介 (2002) 海洋深層水培養コンブの介生生長に基づく自給型アワビ養殖の提案. 海洋深層水研究, 3, 53-63.

松村航・渡辺健・南條暢聡・浦邊清治・林正敏・池田知司・藤田大介 (2005) 海洋深層水を用いたマクサの培養と富山湾深層水放水域での成長予測. 海洋深層水研究, 6, 1-8.

松村航・藤田大介 (2007) 海洋深層水で培養したマコンブと付着珪藻を餌料として活用したエゾアワビ養殖に関する研究(短報). 富山県水産試験場研究報告, 18, 19-23.

4-3 報告書

富山県 (1978) 第2回自然環境保全基礎調査 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査報告書. 環境省委託. 環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター (1994) 第4回自然環境保全基礎調査報告書.

環境庁自然保護局 (1998) 第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査総合報告書.

環境省自然環境局 生物多様性センター (2008) 第7回自然環境保全基礎調査 浅海域生態系調査(藻場調査) 報告書.

富山県水産試験場 (1999) 富山県東部(黒部市・入善町・朝日町)沿岸域の漁場環境 漁業振興特別対策事業報告書. pp. 94.

藤田大介 (2001) 氷見市・高岡市沿岸の海藻と藻場. 氷見漁業協同組合. pp.60.

新潟県水産海洋研究所・富山県水産試験場・福井県栽培漁業センター・神奈川県水産総合研究所・和歌山県農林水産総合技術センター水産増殖研究所 (2001) 資源増大技術開発事業(浅海域グループ) 報告書.

新潟県水産海洋研究所・富山県水産試験場・福井県栽培漁業センター・神奈川県水産総合研究所・和歌山県農林水産総合技術センター水産増殖研究所 (2002) 資源増大技術開発事業(浅海域グループ) 報告書.

富山県水産試験場 (2002) 富山湾の漁場環境(2001)－水質・底質・藻場－. 富山湾漁場環境総合調

査報告書. pp.174.

富山県水産試験場 (2007) 富山湾の漁場環境(2006)－水質・底質・藻場・餌料環境－. 平成 18 年度富山湾漁場環境総合調査報告書. pp.204.

日本の里山・里海評価－北信越クラスター (2010) 里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ－北信越の経験と教訓－, 国際連合大学, 東京. pp.109.

富山県水産研究所 (2013) 富山湾の漁場環境(2011)－水質・底質・藻場－. 平成 23 年度富山湾漁場環境総合調査報告書. pp.178.

4-4 本

大島勝太郎 (1950) 『富山湾海藻誌』. 東京.

富山県水産試験場 (1994) 『富山の藻類』. 藤田大介・濱田仁・渡辺信編.

富山県水産試験場 (2005) 「藻場」. p.108-115. 『富山湾を科学する』. 北日本新聞社. 富山.

矢野恒信 (2006) 「昆布に想う」. p.236-240. 『日本海学の世紀 6. 海の力』 (蒲生俊敬・竹内章編). 角川学芸出版. 東京.

藤田大介 (2010) 「変わりゆく富山湾の藻場」. p. 142-147. 『藻場を見守り育てる知恵と技術』 (藤田大介・村瀬昇・桑原久実編). 成山堂書店. 東京.

4-5 本報告書内で参考にした文献

ESRI ジャパン株式会社 (2011) 実線！ENVI 講座 ArcGIS ユーザのためのリモートセンシング画像処理入門. 142pp.

池森貴彦・東出幸真・坂井恵一 (2012) 能登半島珠洲市沿岸におけるガラモ場とアマモ場の分布域の再検討. 能登海洋ふれあいセンター研究報告, 18, 1-6.

藤田大介 (2001) 氷見市・高岡市沿岸の海藻と藻場. 氷見漁業協同組合, 氷見市. pp.65

藤田大介 (2010) 藻場の種類. p. 1 磯焼け対策シリーズ 3 藻場を見守り育てる知恵と技術(藤田大介・村瀬昇・桑原久美編著) 成山堂書店, 東京.

藤田大介・新井章吾・村瀬昇・長谷川和清・田中次郎 (2004) 富山湾西部虹が島のガラモ場における海藻の垂直分布と帯状構造. 藻類, 52, 149-156.

Fujita, D., T. Ishikawa, S. Kodama, Y. Kato, M. Notoya (2006) Distribution and recent reduction of *Gelidium* beds in Toyama Bay, Japan. *Journal of Applied Phycology*, 18, 591-598.

東出幸真・小木曾正造・池森貴彦 (2014) 能登半島七尾湾西湾におけるアマモ類の生育状況について. 能登海洋ふれあいセンター研究報告, 20, 17-23

環境庁自然保護局・財団法人海中公園センター (1994) 第 4 回自然環境保全基礎調査報告書.

環境庁自然保護局 (1998) 第 5 回自然環境保全基礎調査 海辺調査総合報告書.

公益財団法人環日本海環境協力センター (2013) 平成 24 年度富山湾リモートセンシング調査事業報告書. pp. 112.

公益財団法人環日本海環境協力センター (2015) 平成 26 年度富山湾リモートセンシング調査事業報告書. pp. 116.

公益財団法人環日本海環境協力センター (201) 平成 27 年度富山湾リモートセンシング調査事業報告書. pp. 100.

- 小松輝久・藤田大介・青木優和 (2009) 藻場研究の今—分布・生態から磯焼け対策・利用まで—. 月刊海洋, **41**, 593-597.
- Mumby, P. and A. Edwards (2000) Water column correction techniques. In Remote sensing handbook for tropical coastal management (Ed. E. P. Green, P. J. Mumby, A. J. Edwards and C. D. Clark). Coastal management sourcebooks 3, UNESCO.
- Sagawa, T., E. Boisneier, T. Komatsu, K. B. Mustapha, A. Hattour, N. Kosaka and S. Miyazaki (2010) Using bottom surface reflectance to map coastal areas: a new application method for Lyzenga's model. International Journal of Remote Sensing, **31**, 3051-3064.
- 坂井恵一 (2017) 特異的な季節消長を示す能登半島七尾西湾のアマモ場. のと海洋ふれあいセンターだより, **46**, 2-5.
- 澤山周平・小松輝久 (2011) 衛星画像を用いた石西礁湖の底質環境マッピングからの生態情報の抽出. La mer, **49**, 17-29.
- 寺脇利信・新井章吾 (2006) 藻場の景観模式図 22. 富山県氷見市小境海岸施設の消波ブロック. 藻類, **54**, 173-175.
- 寺脇利信・新井章吾 (2008) 富山湾西部・虻が島地先. 藻類, **56**, 206-208.
- 富山県 (1978) 第2回自然環境保全基礎調査 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査報告書. 環境省委託. 富山県水産漁港課・北陸航測株式会社 (1994) 沿岸漁場総合整備開発基礎調査 富山海域漁業環境マップ.
- 富山県水産試験場 (1999) 富山県東部 (黒部市・入善町・朝日町) 沿岸域の漁場環境 漁業振興特別対策事業報告書. pp. 94.
- 富山県水産試験場 (2002) 富山湾の漁場環境(2001)—水質・底質・藻場—. 富山湾漁場環境総合調査報告書. pp.174.
- 富山県水産試験場 (2007) 富山湾の漁場環境(2006)—水質・底質・藻場・餌料環境—. 平成18年度富山湾漁場環境総合調査報告書. pp.204.
- 富山県水産研究所 (2013) 富山湾の漁場環境(2011)—水質・底質・藻場—. 平成23年度富山湾漁場環境総合調査報告書. pp.178.
- 海と渚環境美化推進機構 (2003) 平成14年度藻場・干潟環境保全調査報告書.
- 浦邊清治・松村 航 (2007) アマモ類の遺伝的多様性の解析調査 平成18年度報告書 (最終報告書). 独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所 (とりまとめ).

平成 29 年度富山湾リモートセンシング調査事業報告書
2018 年 3 月 30 日発行

著者 松村 航
発行 公益財団法人環日本海環境協力センター
〒930-0856 富山県富山市牛島新町 5-5
Tel: 076-445-1571
Fax: 076-445-1581
印刷 とうざわ印刷工芸株式会社
