

# 藻場におけるブルーカーボンに関する研究 —魚群探知機を用いたアマモ場面積測定を試み—

粕谷 智之, 橋本 京太郎

一般に流通しているゴムボートと魚群探知機を用いて、大村湾におけるアマモ場面積の測定を行った。海底より20 cm以上の高さがある反応をアマモとした結果、判別精度は84%であり、魚群探知機は大村湾におけるアマモ場面積の調査手法として有効であることが明らかとなった。湾内の江上浦、琴海、三浦の3地点でアマモの分布を調べた結果、分布面積はおよそ3~20 haであった。また、魚群探知機のアマモと思われる反応の出現頻度から被度を求め、アマモの実勢面積を算出した結果、0.49~4.47 haであった。本調査では、アマモは水深8~9 mの地点に分布していることが明らかとなった。これらの水深は、同湾のアマモに関する既知の生息限界水深 (6.3 m) よりも深く、アマモ場はより広く分布している可能性がある。

キーワード：大村湾、炭素貯留量、音響、ブルーカーボンクレジット

## はじめに

近年、地球温暖化の原因となる二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の吸収源として、海洋の藻場が注目されている<sup>1)</sup>。藻場は海洋生物の産卵場として、また稚仔の生育場としての機能も有し、海洋の生態系の中で重要な役割を果たしていると考えられている<sup>2)</sup>。代表的な藻場として、アマモなどの海草で構成されるもの (アマモ場) と、ホンダワラなどの海藻で構成されるもの (ガラモ場)、アラメやカジメなどで構成されるもの (アラメ場)、マコンブなどで構成されるもの (コンブ場)、などが挙げられる。長崎県においては、藻場は外海にはアラメ場やガラモ場が、内湾にはアマモ場がある<sup>3)</sup>

海草や海藻などの海洋生態系内に吸収・貯留された炭素はブルーカーボンと呼ばれ、藻場のブルーカーボン貯留能力については様々な藻場で調査研究されており<sup>4)</sup>、単位面積当たりのCO<sub>2</sub>吸収量は、アマモ場で4.9 t-CO<sub>2</sub>/ha/年、ガラモ場で2.7 t-CO<sub>2</sub>/ha/年、アラメ場で4.2 t-CO<sub>2</sub>/ha/年、コンブ場で10.3 t-CO<sub>2</sub>/ha/年と推計されている<sup>5)</sup>。本県は島が多いため海岸線距離が長く、藻場も多いことから、潜在的なブルーカーボン貯留場が多く存在している可能性がある。

藻場のブルーカーボンを定量するためには、分布面積のみならず、被度から実勢面積を求める必要があるが、藻場は海面目視などで観察可能な水深よりも深い場所にも存在している可能性もある。水深があるエリアでは水中ドローンやダイバーによる潜水目視による調査手法があるが、これらはコストが掛かるうえに、広範囲の調査には適していない。その他の手法としては、魚群探知機を用いた藻場調査の報告事例があり<sup>6)</sup>、こ

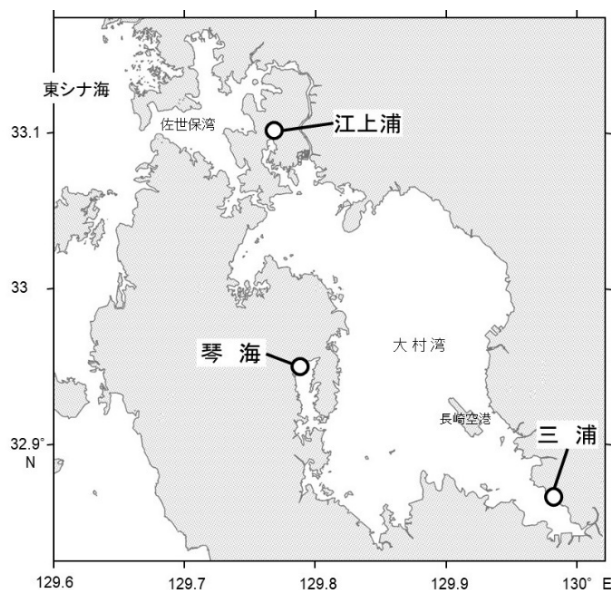


図1 調査地点

れならば広範囲を短時間で調査できるメリットがある。

長崎県環境保健研究センター (以下、センター) では、閉鎖性水域の調査用として、ゴムボートと船外機、魚群探知機、ハンディGPSなどを保有している。ゴムボートは全長3 m未満、船外機は2馬力以下のもので、いずれもレジャーなどでも利用されている、船舶操縦免許などを持たなくても使用できるものである<sup>7)</sup>。また、魚群探知機は一般に流通しているものである。本研究では、これらの機材を用いてアマモ場を調査して判別精度を求めるとともに、実勢面積の算出を行った。

表1 アマモ場調査に使用した主な機材リスト

器材名	メーカー、規格など
ゴムボート	アキレス製 ECU4-942(全長2.7 m), LF-295WB(全長2.95 m)
船外機	ホンダ製 BF2(2馬力) JMO製 SP-1(1馬力)
魚群探知機	ホンデックス製 PS-80GP(周波数200 kHz)
ハンディGPS	ガーミン製 Venture HC
デジタルビデオカメラ	ソニー製 HDR-XR500V キャノン製 iVHS HF M31
水中撮影用防水ケース	ソニー製 SPK-HCB(水深 5 mまで使用可能)

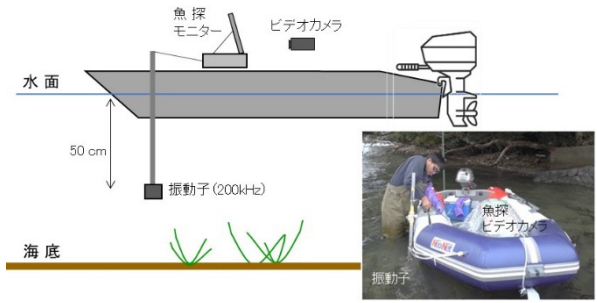


図2 調査器材概要

材料と方法

藻場の調査は、ガラモ場などよりもCO<sub>2</sub>吸収量が高いアマモ場を対象とした。調査エリアは、環境省による調査<sup>3)</sup>でアマモ場が確認されている、大村湾内の江上浦(佐世保市)、三浦(大村市)、琴海(長崎市)の3エリアである(図1)。

調査は2023年8月～2024年2月にかけて、各エリア2回ずつ行った。調査に使用した機材は表1のとおりである。魚群探知機の振動子は航行する際に発生する気泡の影響を軽減するために、棒の先端に取り付け、水深50 cmの位置となるよう舷側に固定した(図2)。

予めハンディGPSに設定した調査ルートに沿って(図3)、ゴムボートを船速3ノット(約5.4 km/h)以下で走らせ、魚群探知機のモニターに映し出される海底から

のエコー画像を、デジタルビデオカメラに記録した。エコー画像は航走中に目視でも観察し、海底から20 cm以上の高さがある反応物が多く見られた地点のいくつかでは、停船して、水中ビデオカメラによる海底観察(図4)、または、熊手による反応物の採集を行い、アマモの有無を確認した(図5)。ハンディGPSで船の位置を1分ごとに記録し、観測終了後、センターでコンピュータに位置データを取り込み、エクセルファイルに変換した。

魚群探知機のモニターの映像確認はセンターで行った。大村湾のアマモ場は、繁茂期は6月から9月で、冬期は地上部の草体は減少するが<sup>8)</sup>、調査エリアの底質は砂泥で、岸沿いを除き海藻類などが生えている可能性は低い。そこで、ビデオ映像を再生し、海底から20 cm以上ある反応物が1分間に1つ以上出現した場合はアマモありと判定し、1分間に移動した画像内の

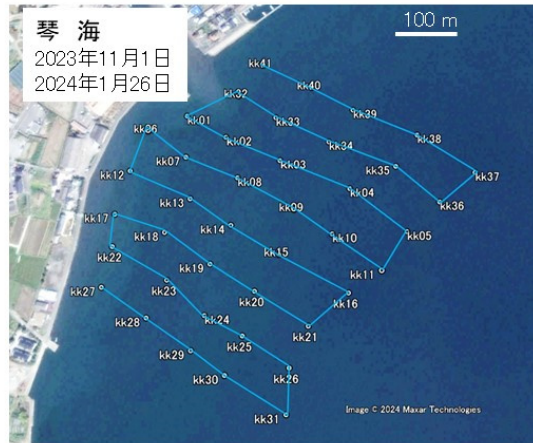
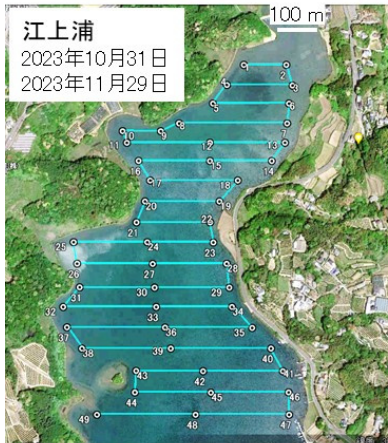


図3 GPSに設定した調査ルート例(実線)。海況などによりコースを変更した。写真中の日付は調査実施日である。衛星写真はGoogle Earthから引用。

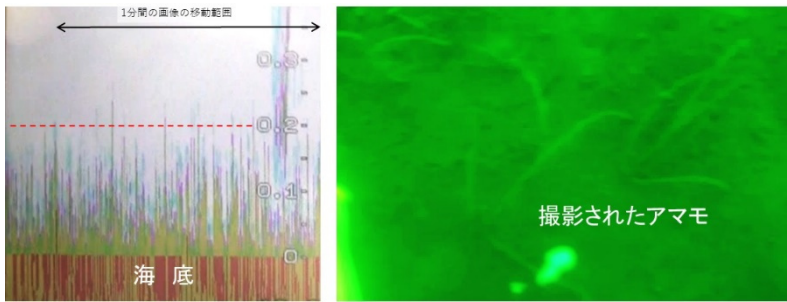


図4 2024年1月26日に琴海で実施した魚探によるアマモ場観測結果の一例(水深 5 m)。写真左:魚探のエコー画像。写真中の赤点線は海底から20cmの高さ、黒実線は1分間の画像の移動範囲を表す。画像は右から左へ移動していく。この時の被度は1と判定した。写真右:左写真のエコー画像の地点で撮影された海底のアマモの様子。

出現頻度から被度を推定した。一般に、被度はコドラートなどを用いた直接観察では、被度1(0<<5%)、2(5<=<25%)、3(25<=<50%)、4(50<=<75%)、5(75<=<100%)の5段階に分けられる<sup>9)</sup>。本研究では、直接観察ではないことから、アマモと判定したエコーの出現頻度は被度1(0<<25%)、3(25<=<100%)の2段階とした。映像に記録された時間とハンディGPSに記録された時間と航走ルートから、被度と位置情報を同期させ、QGISを使用して面積を算出した。



図5 熊手の底引きによって採取されたアマモ

## 結果と考察

### 1 判別精度

被度3以上と判定された地点のいくつかで、水中にビデオカメラを下ろして観察した結果、江上浦では5地点中3地点でアマモが確認された(判別精度3/5、すなわち60%)。一方、琴海や三浦では殆どの地点で確認することができなかった。調査を行ったエリアの最大水深は、江上浦では4 m弱であるのに対して、琴海や三浦では9 m前後に達した。水深のある所では、アマモが生えていたとしても、泥の巻き上げやビデオカメラの視野角の影響で映っていない可能性がある。そこで、長さ10mのロープを結び付けた熊手に錘をつけ、海底を引きずることによってアマモの有無を調べた(図5)。

魚群探知機でアマモの有無を判定したと同時に、熊手を投入した結果、19地点中16地点で、アマモの有無の結果が一致し(表2)、判別精度は84%であった。魚群探知機による藻場有無の判別精度は70~90%であることから<sup>9)</sup>、本手法は大村湾におけるアマモ場調査に有効であることが明らかとなった。

表2 魚群探知機によるアマモの有無判定結果と熊手採取結果の比較。カッコ内の日付は調査日、網掛け部分は魚探反応と一致しなかったサンプルを表す。

海域	サンプル番号	魚探反応	熊手採集
		有:○ 無:×	採れた:○ 採れなかった:×
江上浦 (2023年11月29日)	1	○	○
	2	○	○
	3	×	×
	4	○	○
	5	○	×
	6	○	×
	7	○	○
	8	○	○
	9	×	×
琴海 (2024年1月26日)	10	×	×
	11	○	○
	12	○	○
	13	○	○
	14	×	×
	15	×	×
	16	○	×
	17	○	○
	18	○	○
	19	○	○

### 2 アマモ場面積

魚群探知機によるアマモ場面積の観測結果を図6に示す。江上浦では、調査したエリア内のアマモ分布面積は20.37 haであった。この内、被度1の面積は16.51 ha、被度3の面積は3.86 haであった。被度1の被覆割合は0<<25%、被度3では25<=<100%であることから、中央の値をそれぞれ12.5%と62.5%とすると、江上浦のアマモの実勢面積は4.47 haと算出された。

同様に琴海におけるアマモの実勢面積を算出した。琴海は、調査したエリア内のアマモ分布面積は15.43 haであった。この内、被度1の面積は15.03 ha、被度3の面積は0.40 haであり、実勢面積は2.12 haと算出され



図6 アマモ場面積測定結果。薄い緑の網掛けは被度1、濃い緑の網掛けは被度3と判定されたエリアである。点は船の位置、実線は魚群探知機の測深値から求めた等深線を表す。測深値については、潮位による補正は行っていない。衛星写真はGoogle Earthから引用。

た。また、三浦では、調査したエリア内のアマモ分布面積は3.16 haで、被度1の面積は2.97 ha、被度3の面積は0.19 haであったことから、実勢面積は0.49 haと算出された。

本調査において、アマモが確認された最大水深は、江上浦では4 m、琴海および三浦では8~9 mであった。赤澤ら<sup>10)</sup>は、アマモの補償点光量(30  $\mu\text{mol} \cdot \text{photons}/\text{m}^2/\text{s}$ <sup>11)</sup>となる水深から、大村湾におけるアマモの生育限界水深を6.3 mと推定した。本研究によって、大村湾におけるアマモは水深8~9 mにも分布していることが明らかとなったことから、同湾のアマモ場は従来考えられていたよりもさらに広い可能性がある。

### おわりに

近年、温室効果ガスの削減に加えて、やむを得ず排出される量に見合った温室効果ガス削減活動に投資する、つまりは海藻が吸収するCO<sub>2</sub>を、CO<sub>2</sub>を削減しきれない企業が買い取るというシステムである、クレジット化されたブルーカーボンの取り引き(例えば、Jブルークレジット制度<sup>®</sup> 12))が発展しつつある。クレジットの認証申請では、藻場再生や保全の活動によってどれくらい藻場面積が増加したかなどの効果検証が必要となる。本研究で用いた器材は、一般に流通している比較的安価なものであることから、小規模な団体による

取り組みになどで利用しやすく、温暖化対策の促進に寄与すると考えられる。

### 参考文献

- 1) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構:海草・海藻藻場のCO<sub>2</sub>貯留量算定ガイドブック, (2023).
- 2) 朝倉邦友:藻場・干潟ビジョンの策定, 水産工学, **55**, 51-57(2018).
- 3) 環境庁自然保護局:藻場(長崎県), 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書(干潟、藻場、サンゴ礁調査), (1994).
- 4) 杉村佳寿, 他:博多港におけるブルーカーボンオフセット制度の創設と今後の展望, 土木学会論文集G(環境), **77**, 31-48(2021).
- 5) 桑江朝比呂, 他:浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計, 土木学会論文集B2(海岸工学), **75**, 10-20(2019).
- 6) 南 憲吏, 他:音響手法を用いた来留見ノ瀬周辺におけるガラモ場の分布推定, 日本水産学会誌, **78**, 171-179(2012).
- 7) 国土交通省:小型船舶操縦免許の制度, [https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_mn10\\_000006.html](https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_mn10_000006.html), 国土交通省ホームページ(2024年5月30日アクセス).

- 8) 橋本京太郎: 大村湾におけるアマモ場の炭素貯留量の測定, *長崎県環境保健研究センター所報*, **68**, 112-114 (2022).
- 9) 水産庁: 広域藻場モニタリングの手引き, [https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_guideline/](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_guideline/), 水産庁ホームページ (2024年6月10日アクセス).
- 10) 赤澤貴光, 他: 藻場における水環境の改善に関する研究, *長崎県衛生公害研究所報*, **50**, 76-78 (2004).
- 11) 平岡喜代典, 他: 葉上浮泥と葉上付着物によるアマモの分布下限深度への影響, *第38回日本水環境学会年会講演集*, 158 (2004).
- 12) ジャパンブルーエコノミー技術協同組合: Jブルークレジット認証申請の手引き -ブルーカーボンを活用した気候変動対策 - Ver.2.2.1, [https://www.blueeconomy.jp/files/jbc2022/20230331\\_J-BlueCredit\\_Guideline\\_v2.2.1.pdf](https://www.blueeconomy.jp/files/jbc2022/20230331_J-BlueCredit_Guideline_v2.2.1.pdf), ジャパンブルーエコノミー技術研究組合ホームページ (2024年6月10日アクセス).

## Study on blue carbon in seaweed beds: Measuring eelgrass (*Zostera marina*) beds using a fish finder

Tomoyuki KASUYA, Kyotaro HASHIMOTO

Using an inflatable boat and a fish finder, we measured the area of eelgrass (*Zostera marina*) beds in Omura Bay. Acoustic signals >20-cm in height from the seabed were identified as eelgrass, with an accuracy of 84%, indicating that a fish finder is an excellent instrument available for this purpose. At areas adjacent to Egamiura, Kinkai, and Miura in the bay, the eelgrass distribution area was ~3–20 ha. Based on the eelgrass coverage estimated using the occurrence frequency of acoustic signals for a minute, the net area of eelgrass was calculated to be 0.49–4.47 ha. In this study, eelgrass was also found to be distributed at depths of 8–9 m, which was deeper than those reported previously, suggesting a wider distribution of eelgrass beds in Omura Bay.

Key words: Omura Bay, Carbon storage, Acoustic method, Blue carbon credit