

2. カキ礁造成場所の検討（小課題2-1-1）

カキ礁造成場所の検討における過年度の課題として、「現状のカキ礁分布状況把握の範囲拡大・精度向上」、「既存のカキ礁の長さ、幅、高さ等のデータ蓄積」が挙げられた。これらの課題について、2.1 カキ礁造成可能範囲の精度向上およびバイオマスの把握を実施した。

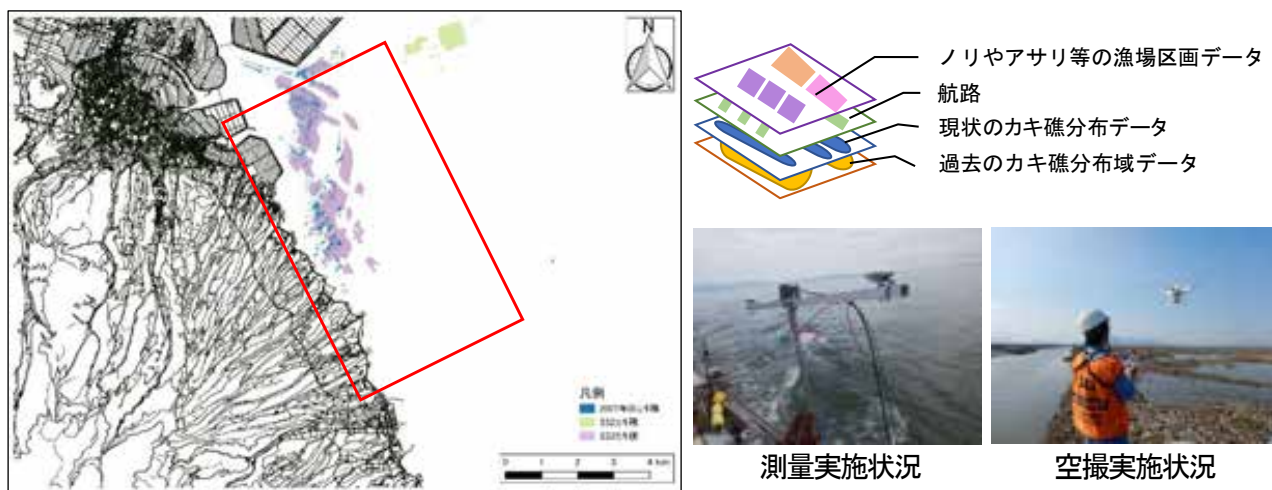
2.1 カキ礁造成可能範囲の精度向上およびバイオマスの把握

過年度では、当該海域におけるカキ礁造成可能範囲を図示し、その面積が約42haであることが把握できた。さらに、その面積に既存のカキ礁と同等のバイオマスのカキ礁を造成した場合、海域全体のバイオマスは8,400t程度となることを把握した。それらを踏まえ、今年度は現状のカキ礁分布状況把握の範囲を拡大し、カキ礁造成可能範囲の精度を向上させるとともに、既存のカキ礁の長さ、幅、高さ等のデータを蓄積し、現状で把握しているバイオマスをより実態に近づけるための検討を行った。

2.1.1 方法

(1) カキ礁造成可能範囲の推定

本小課題では、ナローマルチビーム測深機を用いた測量調査およびドローンを用いた空撮調査を行い、取得したデータをArcGISに反映させ、既存のカキ礁の位置（分布）、高さ、形状を解析した。また、過去のカキ礁分布データ（1978年）と現状のカキ礁分布データをArcGIS用のshapeファイルに変換してレイヤー化し、過去にはカキ礁が存在していたものの、現在ではカキ礁が存在していない範囲をカキ礁造成可能範囲と定義して抽出した。これらの抽出したカキ礁造成可能範囲については、当該海域の漁業区域および航路を差し引いたものであり、より実態に沿ったカキ礁造成可能範囲として、その面積を算出した。カキ礁造成可能範囲の精度向上の概要は、図7に示すとおりである。



※ナローマルチ測量・ドローン空撮は赤枠内の任意の地点で実施

図7 カキ礁造成可能範囲の精度向上の概要

(2) バイオマスの把握

本小課題では、浜川河口、鹿島地先、および七浦地先の既存のカキ礁のカキバイオマスを把握するために、各地先で方形枠を用いてカキ礁を形成するカキ、およびその他の生物を採取した。採取した試料は持ち帰り、篩目合1 mm以上のカキおよびその他性物について、生物種、個体数、湿重量、殻長等を計測した。バイオマスの把握の概要は、図 8 に示すとおりである。

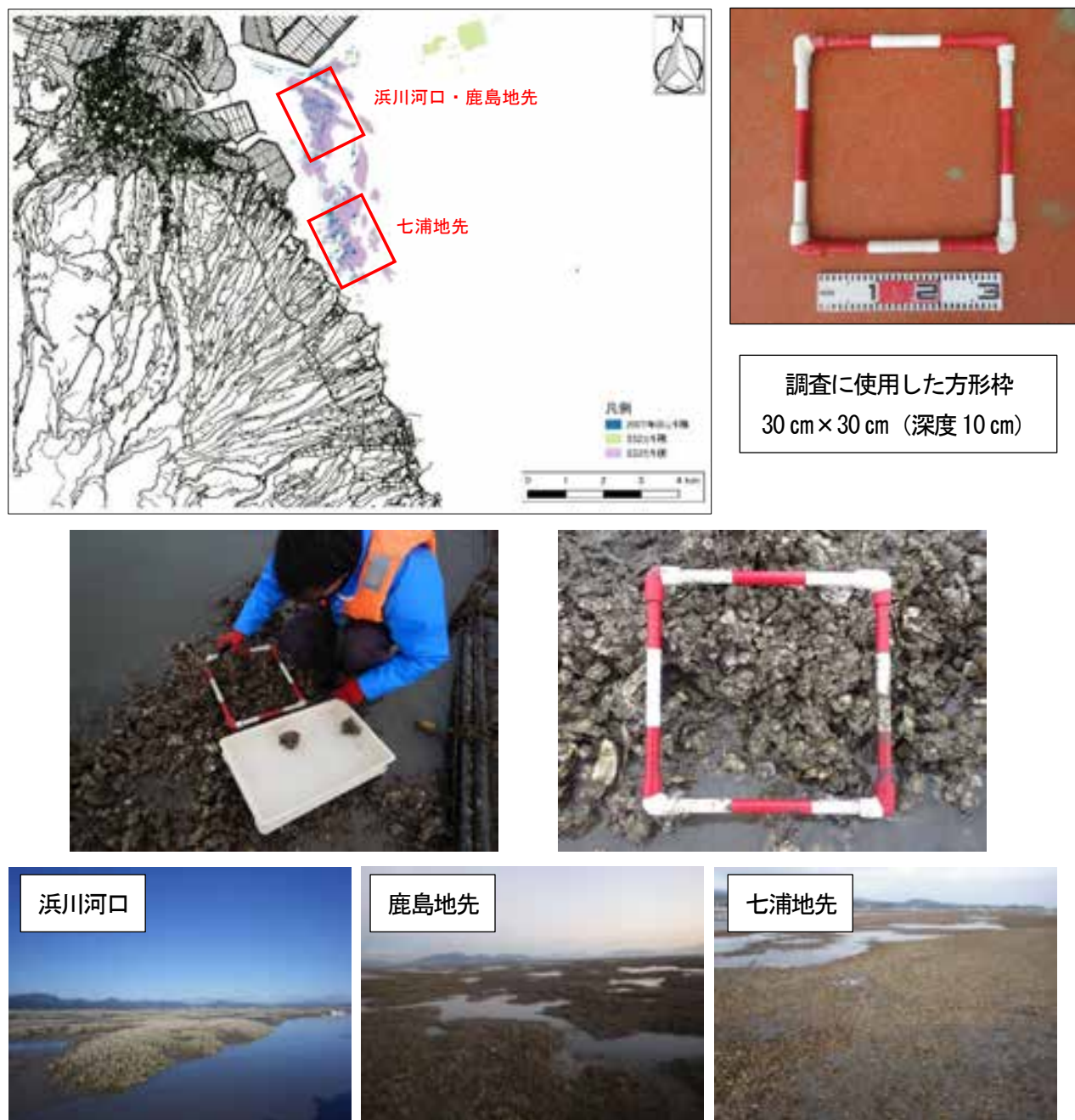


図 8 バイオマスの把握の概要

2.1.2 結果

(1) カキ礁造成可能範囲の推定

1) ナローマルチビーム測量

ナローマルチビーム測量結果について、浜川河口は、図 9 に、七浦地先は、図 10 に示すとおりである。本結果は、3 次元点群データであり、各側線の断面から周辺の地盤と比較して鉛直方向の高度が高い部分をカキ礁として、その高さを算出した。測線断面におけるカキ礁高さ算出例は、図 11 に示すとおりである。これらを用いて、過年度のカキ礁データ（平成 30 年度～令和 2 年度の平均の高さ、幅、間隔、長さ等）を含む 4 か年度分の平均カキ礁データを算出した。各地先の算出結果は、表 5 のとおりである。

浜川河口では、既存カキ礁の平均高さは 0.44m、平均幅は 8.80m、平均間隔は 8.19m、平均長さは 138.16m となり、最大長さは 194.09m、最小長さは 66.24m となった。七浦地先については、連続して形成されるカキ礁が多いことから、カキ礁の平均高さのみ算出しており、既存カキ礁の平均高さは 0.46m であった。

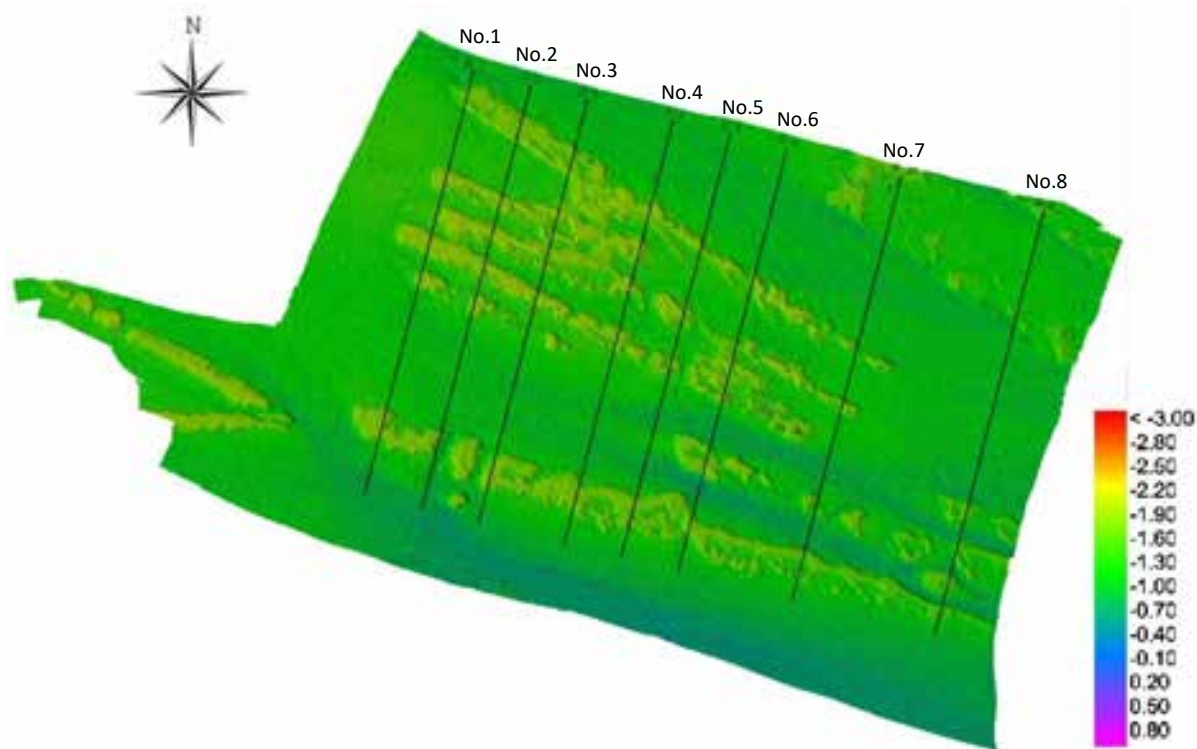


図 9 ナローマルチ測量結果（浜川河口）

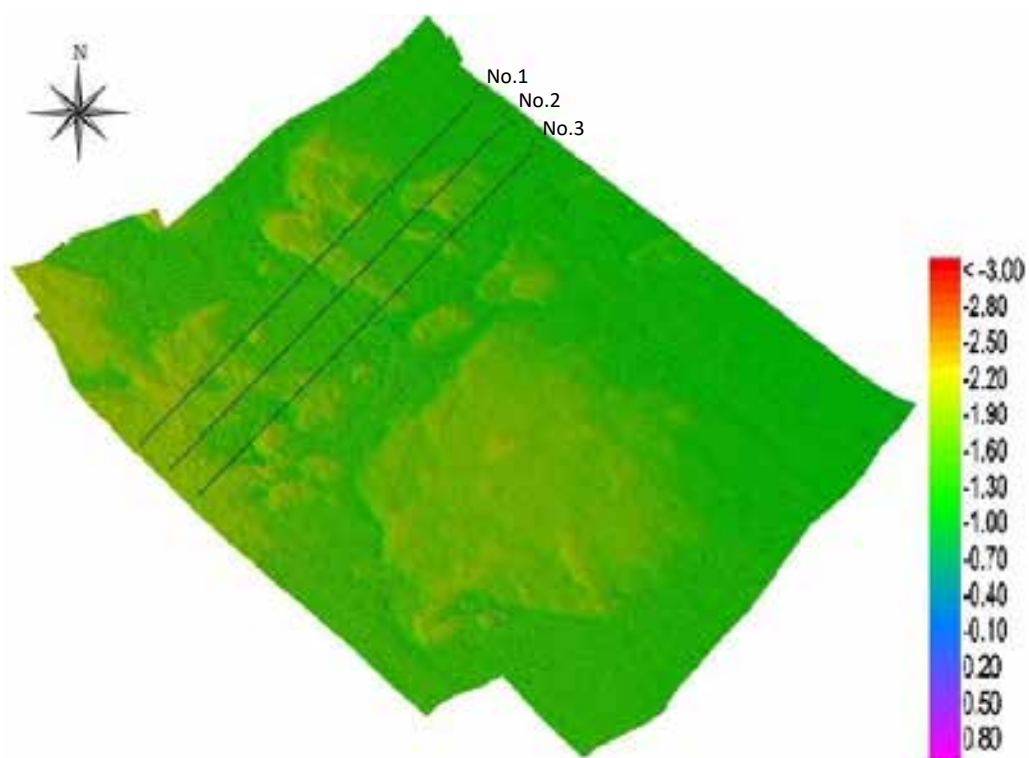


図 10 ナローマルチ測量結果（七浦地先）

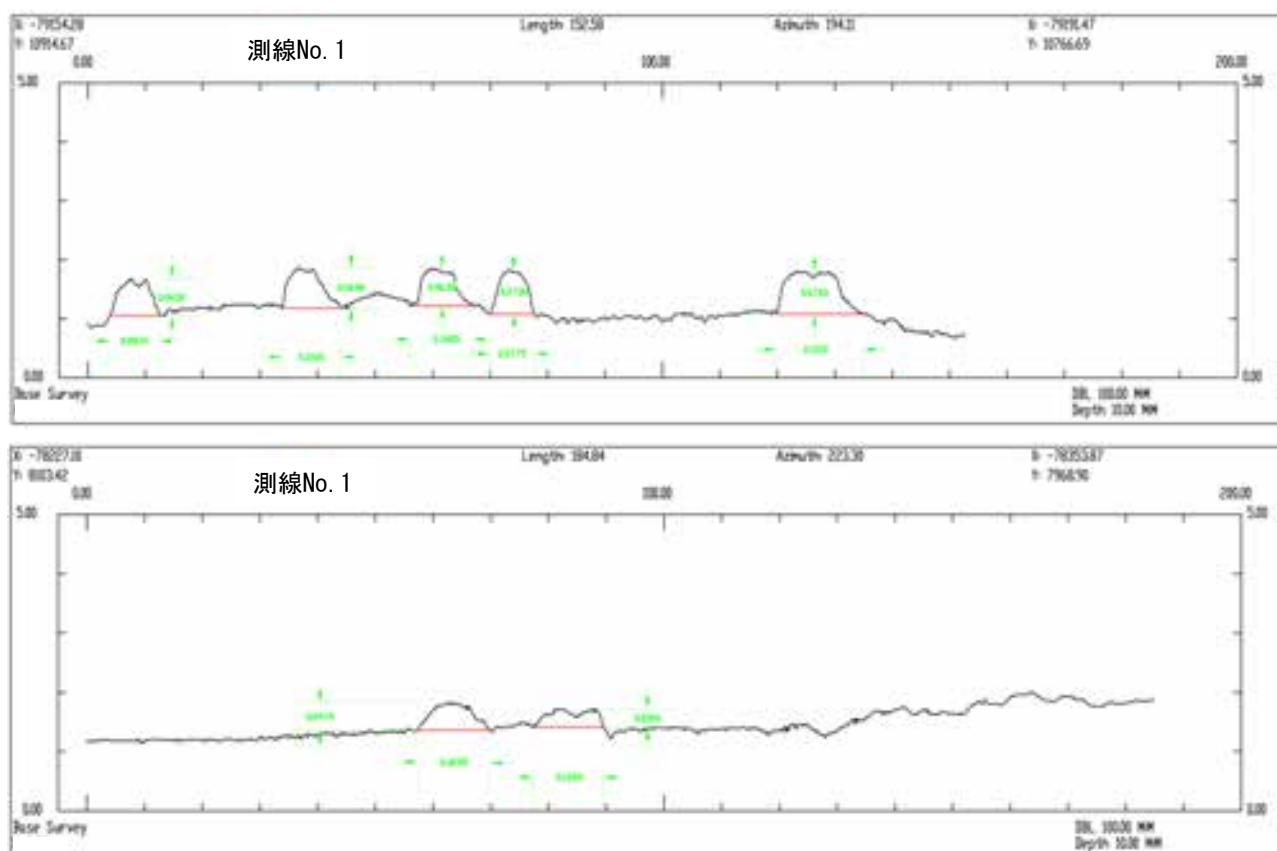


図 11 カキ礁の高さ算出例（上：浜川河口、下：七浦地先）

表 5 既存カキ礁の大きさ（過年度の測量結果を含めたデータ）

項目 (m)	浜川河口	七浦地先
平均高さ	0.44	0.46
平均幅	8.80	—
平均間隔	8.19	—
平均長さ	138.16	—
最大長さ	194.09	—
最小長さ	66.24	—

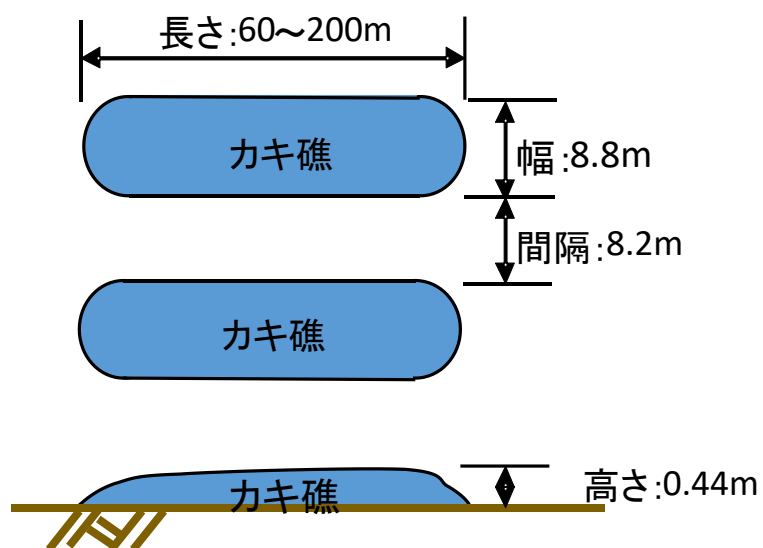


図 12 既存カキ礁の平均的な形状（浜川河口）

2) ドローン空撮

ドローン空撮結果について、浜川河口は、図 13 に示すとおりであり、七浦地先は、図 14 に示すとおりである。本調査結果と前述したナローマルチ測量結果等を用いて、現状のカキ礁分布範囲を更新し、次項でカキ礁造成可能範囲を算出した。



図 13 浜川河口のドローン空撮画像

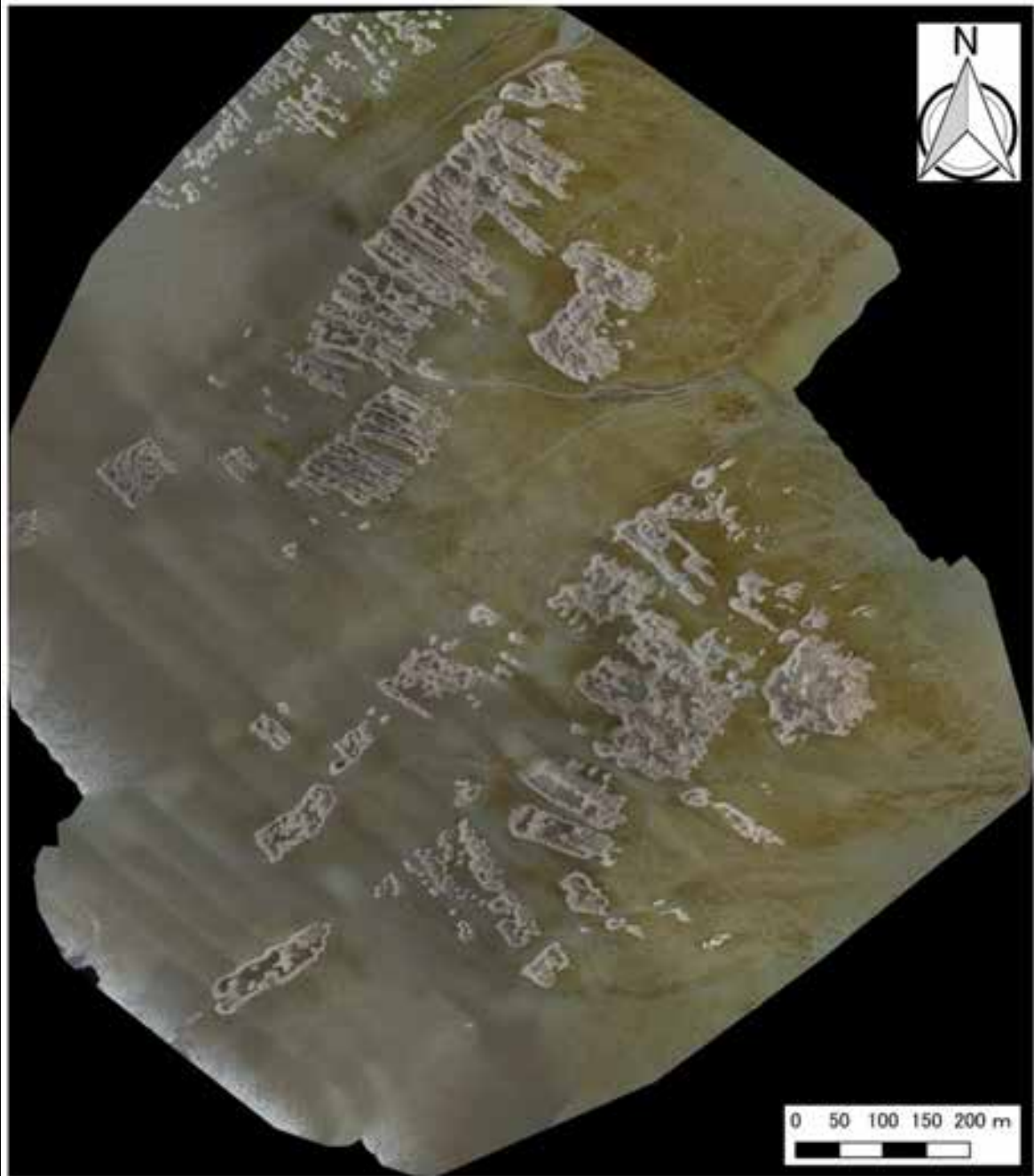


図 14 七浦地先のドローン空撮画像

3) カキ礁造成可能範囲の算出

カキ礁造成可能範囲について、昭和 58 年のカキ礁と現在のカキ礁を GIS に反映し、漁場区画と航路を差し引いた区域をカキ礁造成可能範囲として算出した。

当該海域におけるカキ礁造成可能範囲の算出結果は、表 6 のとおりであり、算出イメージは、図 15 に示すとおりである。当該海域の現在のカキ礁面積は、これまでに実施したナローマルチビーム測量結果、ドローン空撮結果、および佐賀県有明水産振興センターより提供された 2019 年のカキ礁データを用いて、2007 年カキ礁との面積差(%)から算出した。その結果、2007 年の面積 (30.1ha) に対して 88.37%の面積差となり、当該海域（西部海域）の現在のカキ礁面積は、26.6ha と算出された。昭和 58 年のカキ礁面積から現在の漁場区画と航路を差し引いた面積は 140.1ha であり、算出した現在のカキ礁面積 26.6ha を差し引くと、当該海域（西部海域）のカキ礁造成可能範囲面積は、113.5ha と算出された。

当該海域（西部海域）におけるカキ礁造成可能範囲、現在のカキ礁、昭和 58 年のカキ礁を反映した GIS 図面は、図 16 に示すとおりである。

表 6 カキ礁造成可能面積算出結果

カキ礁造成可能範囲（西部海域）		
①	現在のカキ礁面積（2007 年のカキ礁面積 30.1ha×面積差 88.37%）	26.6ha
②	昭和 58 年のカキ礁面積から現在の漁場区画と航路を差し引いた面積	140.1ha
	カキ礁造成可範囲の面積（②140.1ha-①26.6ha）	113.5ha

過去のカキ礁範囲から、現在の漁場区画・航路と現在のカキ礁範囲を差し引く

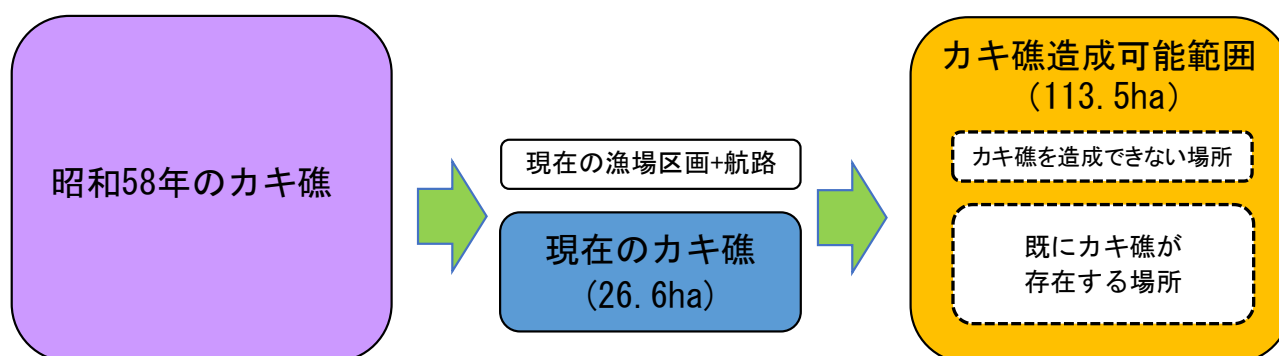


図 15 カキ礁造成可能面積算出イメージ

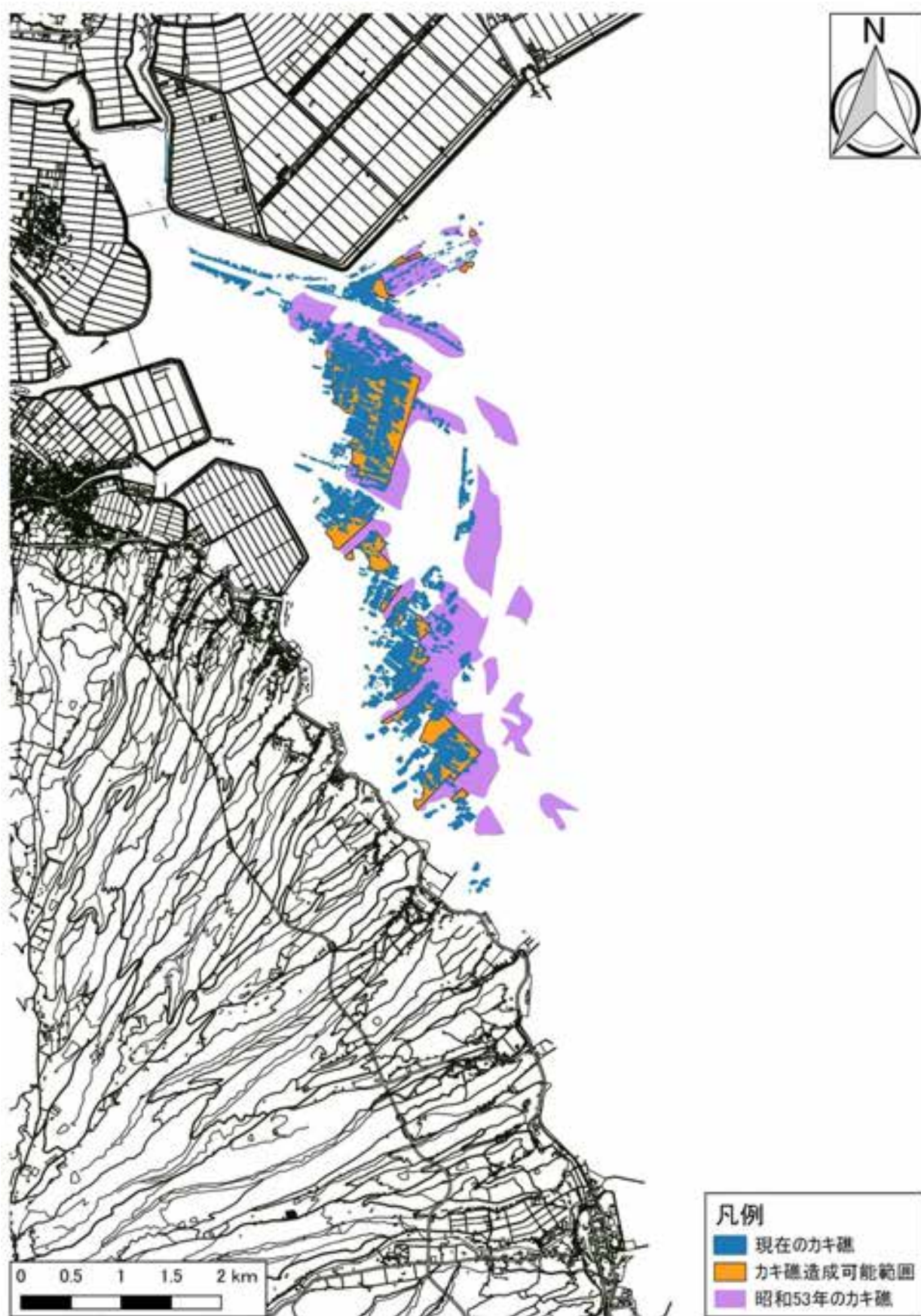


図 16 カキ礁造成可能範囲

(2) バイオマスの把握

1) 浜川河口のカキバイオマス（令和3年8月・10月）

浜川河口における既存カキ礁のカキバイオマス推移は、図 17 に示すとおりであり、令和3年8月および10月のカキ殻長計測結果は、図 18 に示すとおりである。

令和3年度のカキバイオマス結果について、令和3年8月では14.0wet-kg/m²、令和3年10月では1.7wet-kg/m²であった。過年度からのカキバイオマスの推移では、平成29年～令和元年の平均バイオマス20.3wet-kg/m²であったのに対し、令和2年8月で11.7wet-kg/m²と1/2程度に減少したものの、その後、令和2年10月～令和3年8月で14.0～17.0wet-kg/m²まで回復した。一方、令和3年10月では1.7wet-kg/m²と1/10程度に再び減少する結果となった。

カキ殻長計測結果について、令和3年8月と10月ともに殻長30mm未満の個体数が多く、令和3年8月では殻長21-30mmが単位面積あたり133個体と最も多く、令和3年10月では殻長11-20mmが単位面積あたり211個体と最も多かった。令和3年8月から10月での変動に着目すると、8月から10月にかけて殻長21mm以上の個体は減少する結果となった。

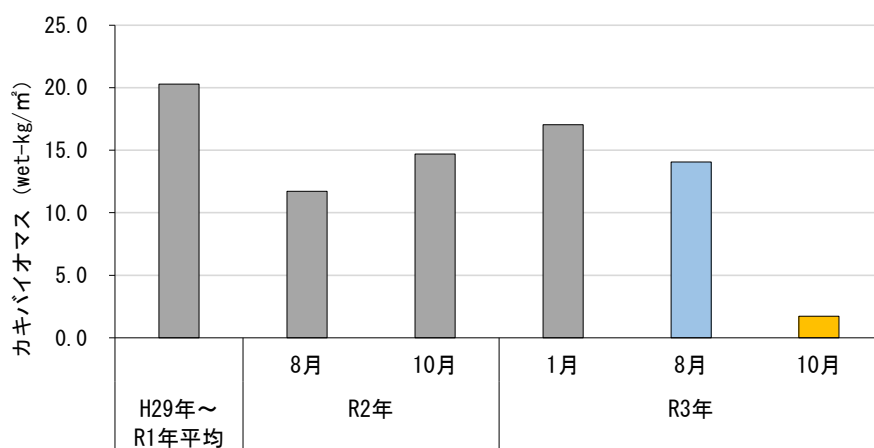


図 17 既存カキ礁のカキバイオマス推移（浜川河口）

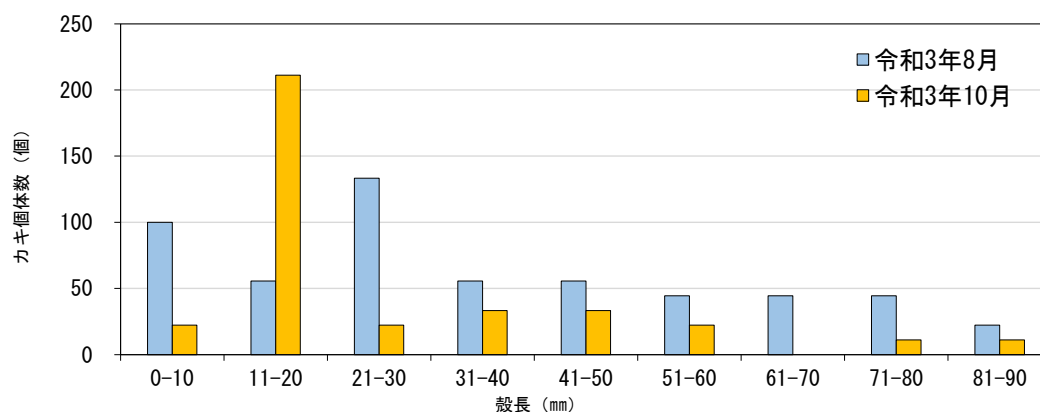


図 18 既存カキ礁のカキ殻長計測結果（浜川河口_単位面積あたり）

2) 七浦地先のカキバイオマス（令和3年8月・10月）

七浦における既存カキ礁のカキバイオマス推移は、図 19 に示すとおり、令和3年8月および10月のカキ殻長計測結果は、図 20 に示すとおりである。

令和3年度のカキバイオマス結果について、令和3年8月では1.5wet-kg/m²、令和3年10月では0.2wet-kg/m²であった。過年度からのカキバイオマスの推移では、平成29年～令和元年の平均バイオマス14.6wet-kg/m²であったのに対し、令和2年8月で7.5wet-kg/m²と1/2程度に減少し、その後、令和2年10月～令和3年8月で1.5～2.9wet-kg/m²まで減少した。さらに、令和3年10月では0.2wet-kg/m²となり1m²あたり1.0wet-kg/m²を下回る結果となった。

カキ殻長計測結果について、令和3年8月と10月ともに殻長71mm以上の個体は確認されておらず、令和3年8月から10月での変動に着目すると、8月では殻長41～70mmの個体が単位面積あたり11～22個体確認されていたものの、10月では殻長41mm以上の個体は確認されない結果となった。

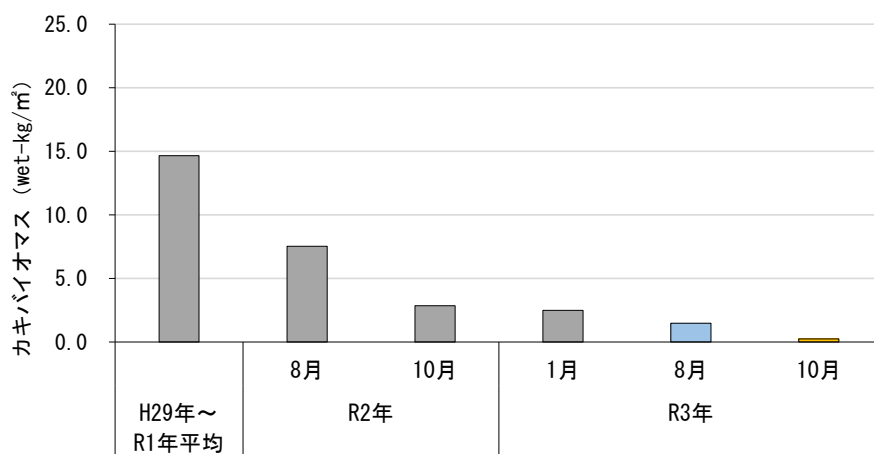


図 19 既存カキ礁のカキバイオマス推移（七浦地先）

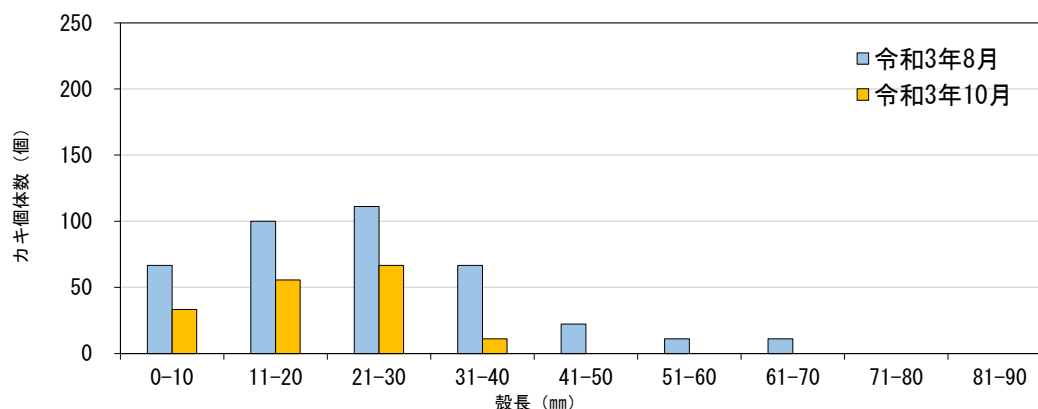


図 20 既存カキ礁のカキ殻計測結果（七浦地先_単位面積あたり）

2.1.3 考察

本小課題では、過年度より浜川河口と七浦地先のカキバイオマスモニタリングし、バイオマスの経年的な推移を把握してきた。両地先のカキバイオマス推移は、図 17、図 18 に示したとおり、浜川河口では、過年度平均 20.3 wet-kg/m² に対し、令和 2 年 8 月は 11.7 wet-kg/m² まで減少し、その後は回復傾向にあったものの、令和 3 年 8 月以降で再び減少した。七浦地先では、過年度平均 14.6 wet-kg/m² に対し、令和 2 年 8 月は 7.5 wet-kg/m² まで減少し、その後も減少し続ける結果となった。令和 2 年 8 月のバイオマスの減少については、令和 2 年 7 月豪雨の低塩分化による影響が考えられ[※]、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所の観測結果によると、図 21 に示すとおり、浜川沖観測点および沖神瀬西観測塔ではマガキの生息限界値の下限とされる塩分 8.9PSU[※] (≒8.9‰) 以下となった期間が連続的に確認された。

令和 2 年 8 月の調査では、両地先でへい死したカキが多数確認されたものの、浜川河口では令和 2 年 10 月、令和 3 年 1 月の調査でバイオマスが回復傾向にあることが把握できた。一方で、令和 3 年 8 月で再びバイオマスが大幅に減少したことから、次項では令和 3 年 8 月における浜川河口のバイオマス低下要因について考察した。

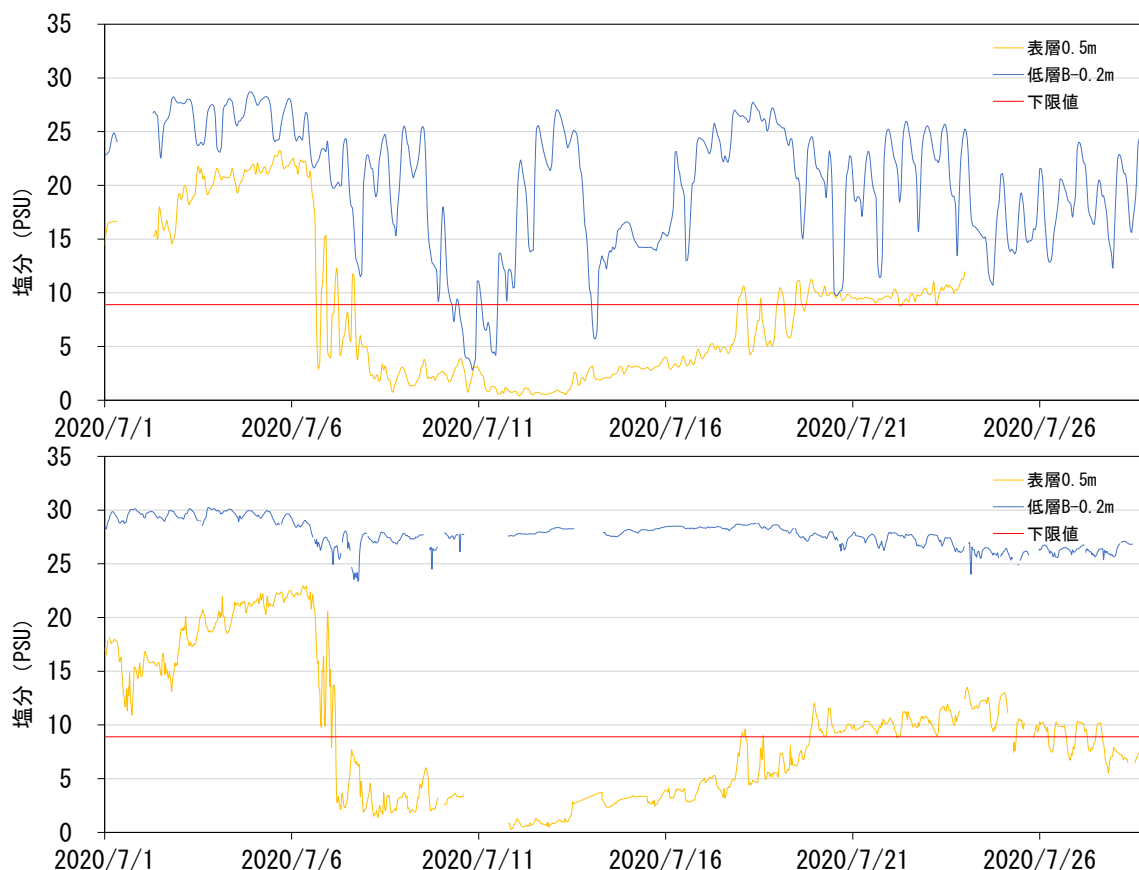


図 21 令和 2 年 7 月の塩分（上：浜川沖観測塔、下：沖神瀬西観測塔）

（情報提供：国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所）

※令和 2 年度有明佐賀報告書より引用

※全国沿岸漁業振興開発協会(1993). 水産生物の環境条件. 沿岸漁場整備開発事業施設設計指針 平成 4 年度版. pp. 323-400.

(1) 令和3年度の浜川河口のカキバイオマス低下について

前述した浜川河口のカキバイオマス推移（図 17）について、令和3年8月から10月にかけて既存カキ礁のバイオマスは14.0wet-kg/m²から1.7wet-kg/m²まで9割程度が減少した。これらの要因については、令和3年7月に確認された当該海域の貧酸素化、および令和3年8月の大雨の影響による低塩分化が考えられる。また、令和3年8～9月において、地元漁業者より浜川河口を含む当該海域広域のカキ礁はナルトビエイによる大規模な食害が確認されたとの報告を受けた。これらを踏まえ、令和3年10月調査の際には、食害の影響が確認されなかった地点の追加調査を実施した。さらに、食害の影響を受けた地点のその後の経過を観察するため、令和3年12月にも追加調査を実施した。それらの結果を踏まえ、本項では令和3年8月から10月における浜川河口でのカキバイオマス低下の要因について考察した。

1) 令和3年7月の貧酸素化および令和3年8月の低塩分化について（浜川河口）

令和3年7月1日から8月31日における浜川沖観測塔（低層）の溶存酸素濃度観測データは、図 22 に示すとおりであり、同観測塔の塩分観測データおよび佐賀県白石観測所の日平均雨量は、図 23 および図 24 にそれぞれ示すとおりである。

浜川沖観測塔（低層）の溶存酸素濃度観測データについて、令和3年7月1日から8月31日の期間のうち、マガキの生息限界値の下限とされる溶存酸素濃度1.5 mg/L 以下[※]となった期間に着目すると、7月17日から7月21日にかけてほぼ連続的に下限値を下回った。その後も7月30日から8月11日にかけて断続的に1.5 mg/L を下回り、以降も局所的に1.5 mg/L を下回る期間が確認された。

佐賀県白石観測所の日平均雨量では、令和3年8月11日から8月14日の4日間にかけて100 mm/日を越え、8月14日には最も多い255 mm/日が観測された。浜川沖観測塔（低層）の塩分観測データでは、マガキの生息限界値の下限とされる塩分8.9PSU[※]（≒8.9‰）以下となった期間に着目すると、7月17日に下限値を下回る結果となった。

今年度の浜川河口におけるカキバイオマス低下の要因について、図 17 に示した8月調査は、8月29日に実施しており、上記のとおり、貧酸素化と低塩分化は回復傾向にある状態であった。さらに、8月調査の際、実験区周辺ではエイ類の食痕が多数確認されていることから、令和3年8月から10月にかけてのカキバイオマス低下は、ナルトビエイによる食害の影響が大きいものと考えられた。一方で、貧酸素と低塩分の影響については、8月29日の調査時点では回復傾向にあったものの、その後、徐々にカキバイオマスに影響を与えた可能性も考えられる。したがって、次項では10月と12月の追加調査結果を踏まえ、バイオマス低下の要因について考察した。

※全国沿岸漁業振興開発協会(1993). 水産生物の環境条件. 沿岸漁場整備開発事業施設設計指針 平成4年度版. pp. 323-400.

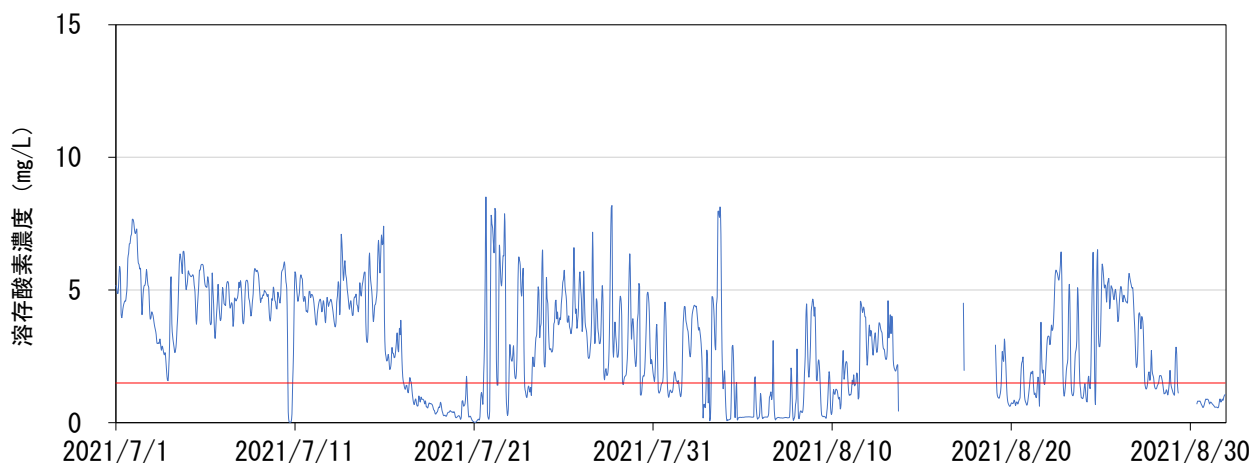


図 22 令和3年7月1日～8月31日の溶存酸素濃度（浜川沖観測塔_低層）

（情報提供：国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所）

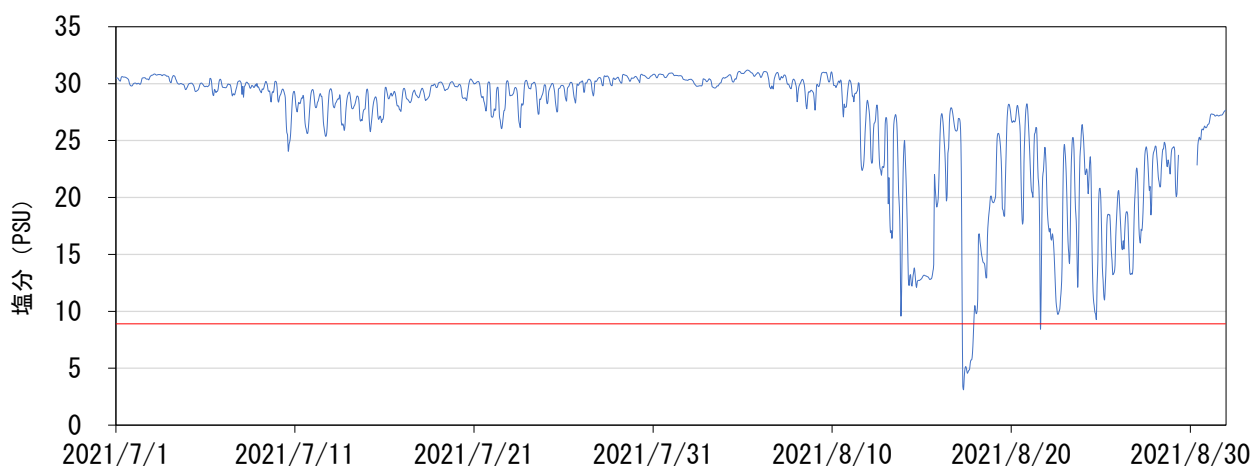


図 23 令和3年7月1日～8月31日の塩分（浜川沖観測塔_低層）

（情報提供：国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所）

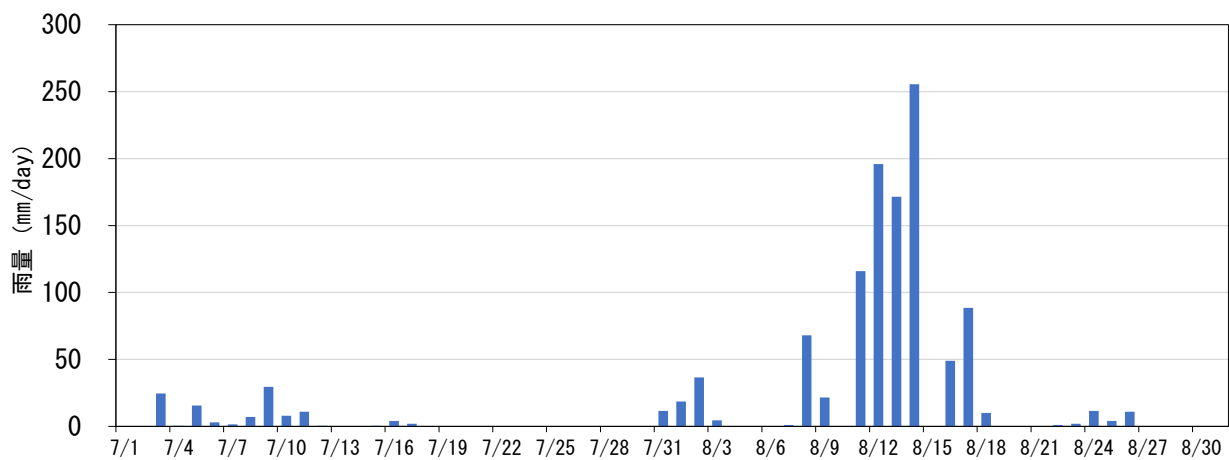


図 24 令和3年7月1日～8月31日の日平均雨量（白石観測所）

※気象庁出典記載

2) 令和3年10月、12月の追加調査結果について（浜川河口）

今年度、当該海域広域でナルトビエイによる食害が報告され、8月調査の際、当該実験区周辺の一部ではエイ類の食痕が確認された。これを受けて、令和3年10月調査では、過年度から継続して調査を実施してきた浜川河口の調査地点（以降、過年度定点）に加え、ナルトビエイの食害が確認されていない地点も追加調査を実施した（以降、追加定点）。さらに、各地点のその後の経過を確認するため、令和3年12月にも追加調査を実施した、令和3年10月と12月の追加調査結果は、図25に示すとおりである。

食害が確認された過年度定点のバイオマスは、令和3年10月で1.7wet-kg/m²、令和3年12月で7.21wet-kg/m²となり、10月から12月にかけて回復傾向にあることが伺えた。一方で、食害が確認されなかった追加定点のバイオマスは、令和3年10月で19.92wet-kg/m²、令和3年12月で18.26wet-kg/m²となり、過年度の平均バイオマス20.3wet-kg/m²と近い水準であることが伺えた。

2定点の位置関係について、過年度定点と追加定点の距離は20m程度であり、追加定点では地元漁業者らが設置した竹やコンボーズが多数存在していることから、ナルトビエイが進入しづらい環境にあったものと考えられる。一方で、過年度定点については、上記のような設置物は存在しておらず、比較的開けた場所であることからナルトビエイの食害が確認されたものと考えられた。

以上を踏まえ、令和3年10月の浜川河口のカキバイオマスが低下した要因について、前述した貧酸素や低塩分が8月以降でカキに影響を与えたと仮定した場合、過年度定点と追加定点の距離は近いことから、水質環境の悪化による影響もほぼ同程度と考えられ、追加定点のカキバイオマスは同様に減少するものと考えられる。一方、今回の10月、12月調査では、追加定点のバイオマスが過年度の平均バイオマスと同水準であったことから、図17に示した10月調査のバイオマス低下の要因は、ナルトビエイによる食害の影響が大きいと考えられた。

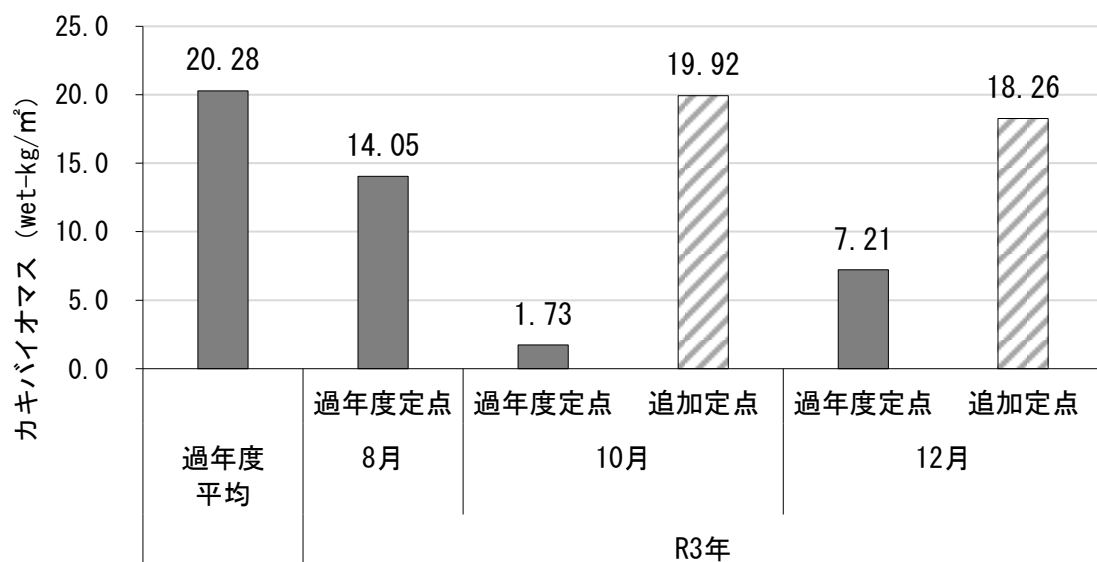


図25 既存カキ礁のカキバイオマス追加調査結果（浜川河口_令和3年10月）

3) 浜川河口の平均カキバイオマスについて

過年度の調査結果も踏まえ、浜川河口における平均カキバイオマスを算出した。令和2年7月と令和3年8月では、低塩分化やナルトビエイの食害の影響によりカキバイオマスが一時的に低下したことから、それらを考慮し、過年度の平均バイオマスと令和3年10月、12月の追加定点のバイオマスを用いて算出した。算出結果は、図26に示すとおりである。浜川河口の平均カキバイオマスは、19.49wet-kg/m²と算出した。

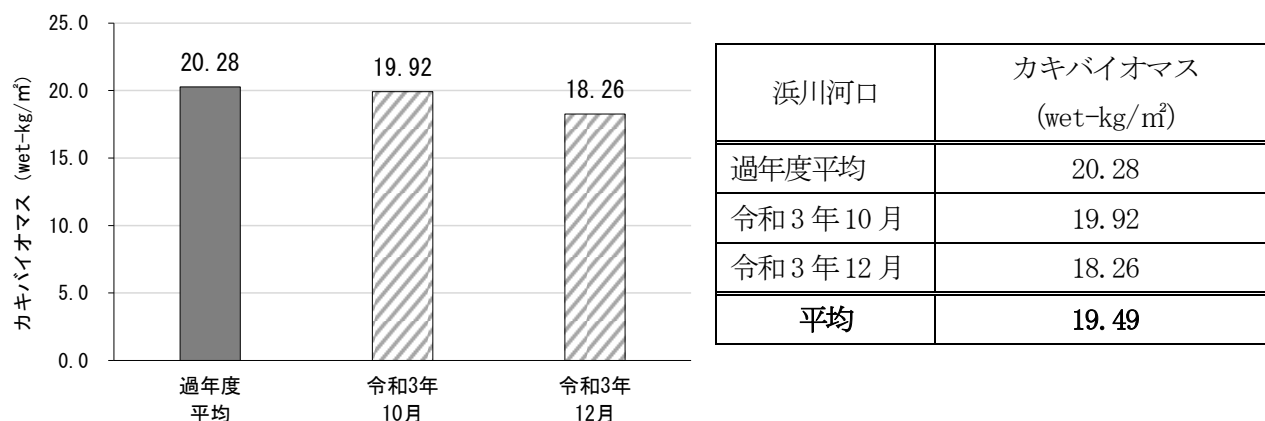


図26 浜川河口における平均カキバイオマス算出結果

(2) カキ礁造成可能範囲にカキ礁を造成した場合のバイオマスについて

前項の「(1) カキ礁造成可能範囲の推定」で算出したカキ礁造成可能範囲の全ての面積にカキ礁を造成した場合のカキバイオマスの総量を算出した。なお、算出に用いる単位面積あたりのカキバイオマスは、浜川河口の平均カキバイオマスとした。

当該海域のカキ礁造成可能範囲の面積は113.5haであり、浜川河口の平均カキバイオマスは19.49wet-kg/m²であることから、カキ礁造成可能範囲の浜川河口の平均カキバイオマスと同等のカキ礁を造成した場合では、当該海域全体のカキバイオマスは22,118tと算出された。算出根拠は、表7のとおりである。

表7 カキ礁造成可能範囲にカキ礁を造成した場合のカキバイオマス

カキ礁造成可能範囲（113.5ha）すべてにカキ礁を造成した場合のカキバイオマス				
カキ礁造成可能面積 (m ²)	×	浜川河口の平均カキバイオマス (wet-kg/m ²)	=	全体のカキバイオマス (t)
113.5		19.49		22,118