

(2) 着生材配置計画の検討（小課題4-1-2）

本小課題では、令和3年度に立案した畝状離散型のカキ礁造成を目指す着生材配置計画の妥当性を確認するため、実海域で測定した水深と流速条件を用いて3次元流動シミュレーションによるカキ礁周辺の流れの変化を計算した。その結果、畝状離散型のカキ礁の造成によって、カキ礁周辺に流速差や鉛直流の発生による流れの変化が生じることを把握し、畝状離散型のカキ礁造成を目指した現状の着生材配置計画は妥当性があると考えた。

以上を踏まえ、今年度までの検証により、カキ礁周辺の流れの変化が生じやすい理想的なカキ礁の形状は、畝状離散型のカキ礁であることを再確認し、今後、新たなカキ礁の造成、または既存のカキ礁の延長、修復を行う場合には、図30に示すような着生材の配置に準じ、畝状離散型のカキ礁造成を目指すことが望ましい。

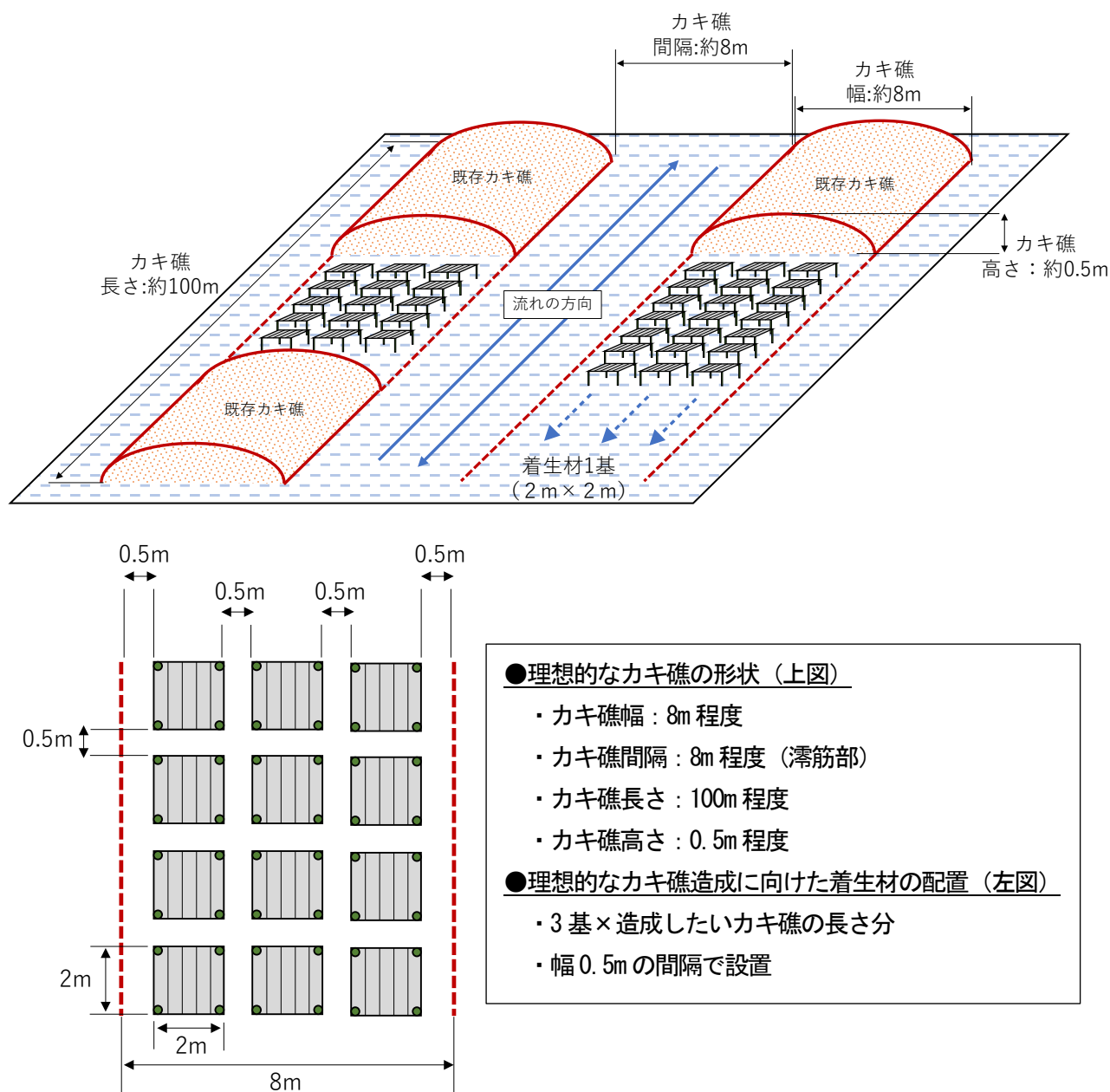


図30 理想的なカキ礁造成に向けた着生材配置計画

3. カキ礁造成方法の開発（小課題4-1-2）

カキ礁造成方法の開発における過年度の課題として、「棚式着生材の経年カキ着生量の把握」、「金網ロール式着生材のカキ着生量および金網の耐久性の把握」、「既存カキ礁のカキバイオマスの年変動の把握」および「カキ礁造成に向けた着生材の製作から設置までの作業手引きの作成」が挙げられた。これらの課題について、「（1）着生材のカキ着生量の把握」、「（2）既存カキ礁のカキバイオマスの把握」および「（3）漁業者との実証実験」を実施した。

3.1 着生材のカキ着生量の把握、既存カキ礁のカキバイオマスの把握および漁業者との実証実験

令和3年度では、棚式着生材の設置2年目のカキ着生量が目標値を十分に上回る着生量となることを確認したことから、着生材の製作から設置までの一連作業を漁業者とともに実施し、作業の効率化や留意点を踏まえた作業手引きを更新した。一方、棚式着生材の金網の一部が出水等の影響を受け、着生したカキとともに落下したことを確認し、金網の耐久性の向上が課題として挙げられた。それらを受けて、金網の耐久性の向上と、より効率的にカキが着生する金網ロール式着生材の考案に取り組んだ。また、浜川河口域の既存カキ礁のカキバイオマスのモニタリングを継続し、平均的なカキバイオマスは20 kg/m²であることを把握した。

以上を踏まえ、今年度は棚式着生材の設置3年目までのカキ着生量のモニタリングと令和3年度に考案した金網ロール式着生材の新規設置およびカキ着生量のモニタリングを実施した。さらに、浜川河口域の既存カキ礁のカキバイオマスの継続的なモニタリングにより、バイオマスの変動を把握するとともに、漁業者との実証実験により金網ロール式着生材の製作から設置までの一連作業を検証し、作業手引きを作成した。

3.1.1 方法

(1) 着生材のカキ着生量の把握

本小課題では、令和2年度および令和3年度に浜川河口に設置した棚式着生材と令和4年度に浜川河口に設置した金網ロール式着生材のカキ着生量を把握するために、令和4年8月と10月に各着生材の金網に付着するカキおよびその他生物を採取した。採取した試料は持ち帰り、目合1mmの篩上に残存したカキおよびその他生物について、生物種、個体数、湿重量、殻高等を計測した。着生材のカキ着生量の把握の概要は、図31に示すとおりである。なお、各着生材の着生量目標値は、過年度に浜川河口域の既存カキ礁と同等のバイオマス（20 kg/m²）を達成したものの、コスト面で課題が挙げられた被覆金網の設置1～3年目のカキ着生量をそれぞれ設定した。



図31 着生材のカキ着生量の把握の概要

(2) 既存カキ礁のカキバイオマスの把握

本小課題では、浜川河口、鹿島地先および七浦地先の既存カキ礁のカキバイオマスを把握するため、令和4年8月と10月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生物を採取した。採取した試料は持ち帰り、篩目合1mm以上のカキおよびその他生物について、生物種、個体数、湿重量、殻高等を計測した。また、令和4年6月～9月の期間において、浜川河口のカキ礁に水温塩分計と溶存酸素計を設置し、水温、塩分、溶存酸素濃度の連続観測を行った。既存カキ礁のカキバイオマスの把握の概要は、図32に示すとおりである。



図32 既存カキ礁のカキバイオマスの把握の概要

(3) 漁業者との実証実験

本小課題では、令和3年度に作成した棚式着生材の作成手順書をもとに、金網ロール式着生材の製作から設置までの一連作業を漁業者とともに実施するとともに、作業手順の確認および留意点を整理し、作業手引きとして整理した。金網ロール式着生材の製作および設置は令和4年6月、設置場所は浜川河口、設置数量は12基とした。漁業者との実証実験の概要は、図33に示すとおりである。

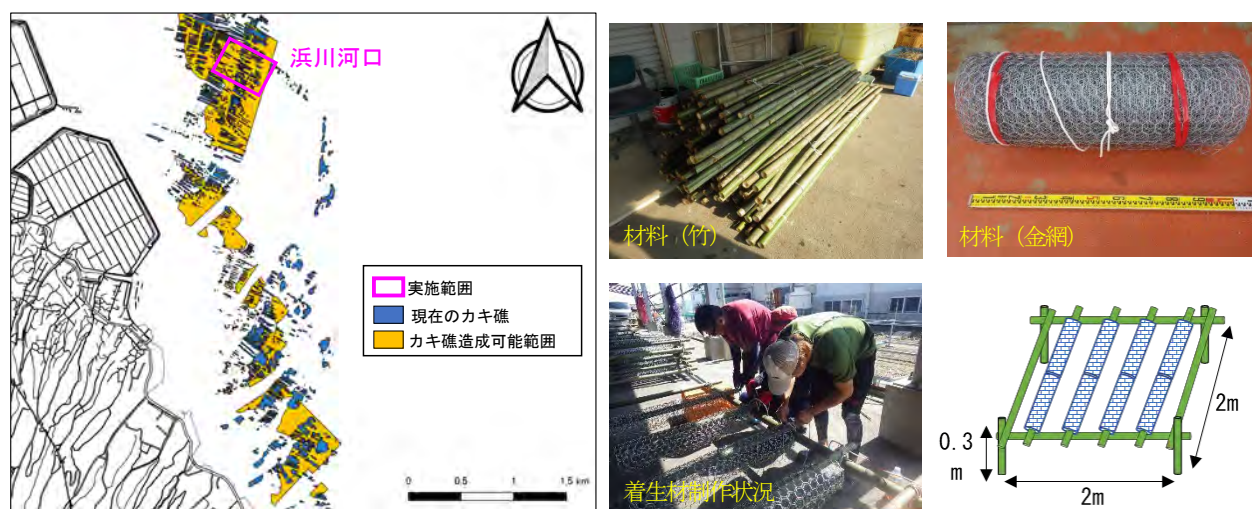


図33 漁業者との実証実験の概要

3.1.2 結果

(1) 着生材のカキ着生量の把握

1) 令和2年度設置の棚式着生材

令和2年度設置の棚式着生材のカキ着生量は、図34に示すとおりである。設置1年目にあたる令和2年10月は0.57 kg/m²となり目標値(0.06 kg/m²)を達成、設置2年目にあたる令和3年8月は2.24 kg/m²、令和3年10月は13.81 kg/m²となり目標値(3.88 kg/m²)を達成、設置3年目にあたる令和4年8月は9.9 kg/m²、令和4年10月は6.95 kg/m²となり目標値(20 kg/m²)を下回った。

棚式着生材のカキ着生量の増減をみると、設置2年目の令和3年8月から令和3年10月にかけて着生量が11.57 kg/m²増加し、令和3年10月から令和4年8月にかけて着生量が3.91 kg/m²減少、さらに令和4年8月から令和4年10月にかけて着生量が2.95 kg/m²減少した。

令和2年度設置の棚式着生材の過年度を含むカキ着生量の目標値達成結果は、表11のとおりである。

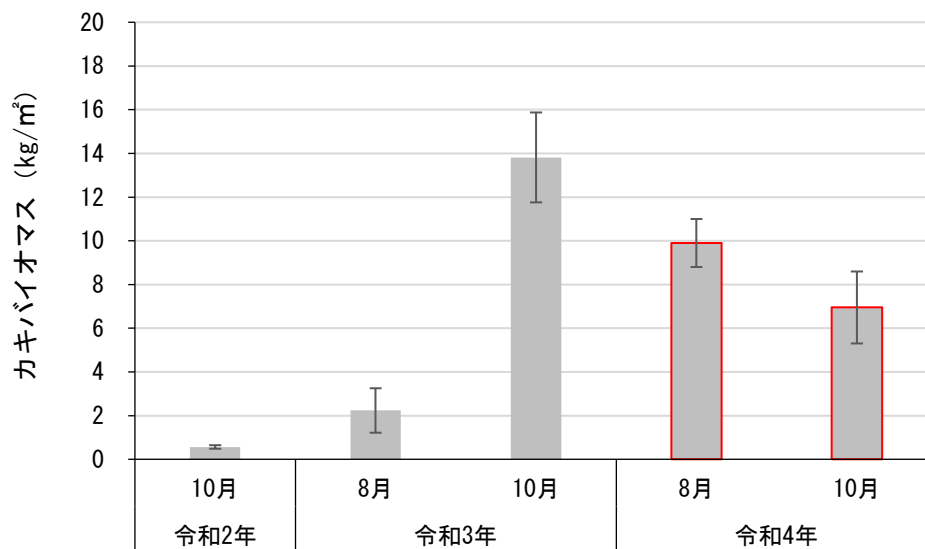


図34 令和2年度設置の棚式着生材のカキ着生量

表11 令和2年度設置の棚式着生材の目標達成結果（過年度結果含む）

着生材	経過年数	目標値 (kg/m ²)	カキ着生量 (kg/m ²)	目標達成※
棚式着生材 (令和2年度設置)	1年目 (令和2年)	0.06	—	○
			10月 : 0.57	
	2年目 (令和3年)	3.88	8月 : 2.24	○
			10月 : 13.81	
	3年目 (令和4年)	20.00	8月 : 9.90	×
			10月 : 6.95	

※単年ごとに8月、10月調査のいずれかで目標値を越えれば「○」とした

2) 令和3年度設置の棚式着生材

令和3年度設置の棚式着生材のカキ着生量は、図35に示すとおりである。設置1年目にあたる令和3年8月は0 kg/m²、令和3年10月は0.12 kg/m²となり目標値（0.06 kg/m²）を達成、設置2年目にあたる令和4年8月は17.58 kg/m²、令和4年10月は2.48 kg/m²となり目標値（3.88 kg/m²）を達成した。

棚式着生材のカキ着生量の増減をみると、設置1年目の令和3年10月から令和4年8月にかけて着生量が17.46 kg/m²増加し、令和4年8月から令和4年10月にかけて着生量が15.10 kg/m²減少した。

令和3年度設置の棚式着生材の過年度を含むカキ着生量の目標値達成結果は、表12のとおりである。

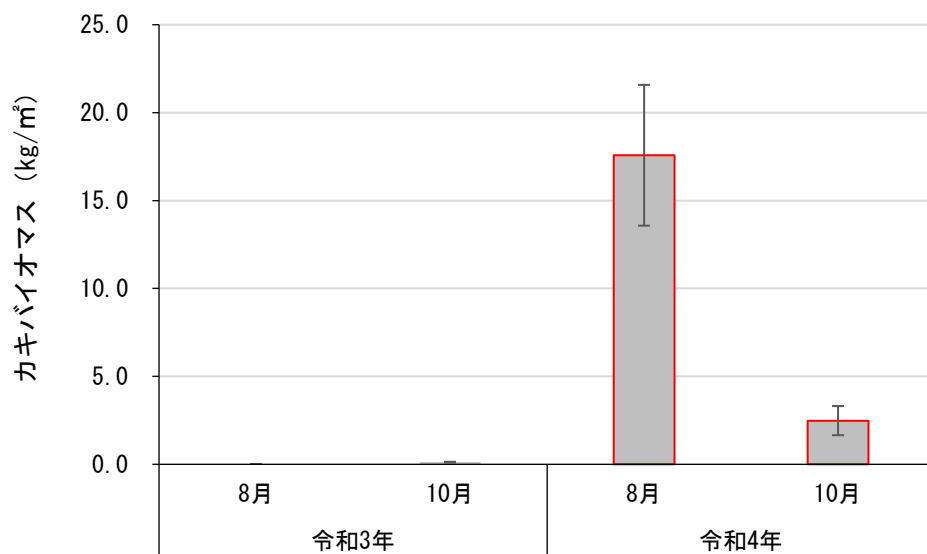


図35 令和3年度設置の棚式着生材のカキ着生量

表12 令和3年度設置の棚式着生材の目標達成結果（過年度結果含む）

着生材	経過年数	目標値 (kg/m ²)	カキ着生量 (kg/m ²)	目標達成※
棚式着生材 (令和3年度設置)	1年目 (令和3年)	0.06	8月 : 0	○
			10月 : 0.12	
	2年目 (令和4年)	3.88	8月 : 17.58	○
			10月 : 2.48	

※単年ごとに8月、10月調査のいずれかで目標値を越えれば「○」とした

3) 令和4年度設置の金網ロール式着生材

令和4年度設置の金網ロール式着生材のカキ着生量は、図36に示すとおりである。設置1年目にあたる令和4年8月は0.01 kg/m²未満、令和4年10月は0.81 kg/m²となり目標値(0.06 kg/m²)を達成した。

令和4年度設置の棚式着生材のカキ着生量の目標値達成結果は、表13のとおりである。

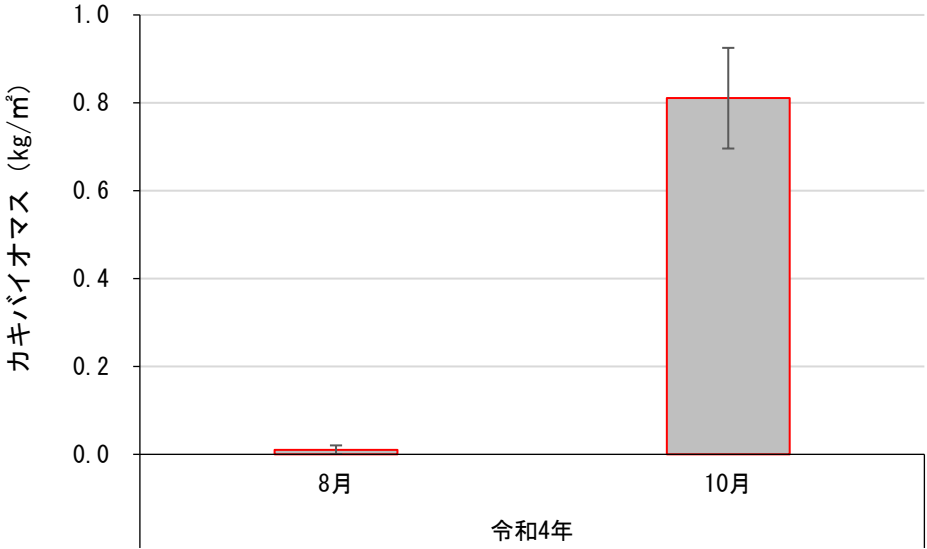


図36 令和4年度設置の金網ロール式着生材のカキ着生量

表13 令和4年度設置の金網ロール式着生材の目標達成結果(過年度結果含む)

着生材	経過年数	目標値 (kg/m ²)	カキ着生量 (kg/m ²)	目標達成
金網ロール式着生材 (令和4年度設置)	1年目 (令和4年)	0.06	8月 : 0.01 未満	○
			10月 : 0.81	

※8月、10月調査のいずれかで目標値を越えれば「○」とした

なお、令和4年12月に追加調査を実施したところ、図37に示すとおり、金網ロール式着生材のカキ着生量は8.24 kg/m²まで増加していることが確認された。

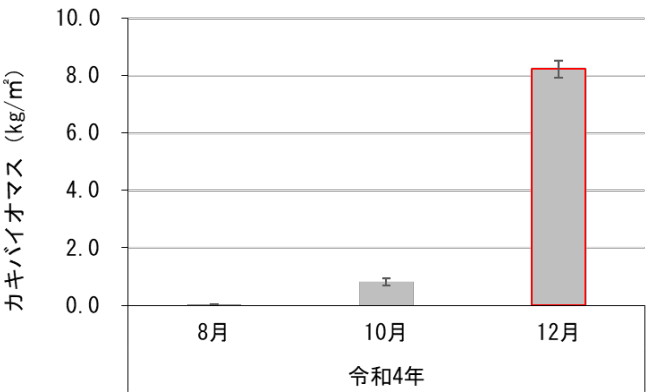


図37 令和4年度設置の金網ロール式着生材のカキ着生量(12月追加調査)

4) その他生物の着生量

令和2年度設置と令和3年度設置の棚式着生材および令和4年度設置の金網ロール式着生材のカキ以外のその他生物の優占種について整理した。各着生材のその他生物のバイオマスおよび優占種は、表14のとおりである。なお、表14には、各着生材の総バイオマスが最も多い時期のみ示した。

令和2年度設置の棚式着生材の令和3年10月結果では、その他生物の総バイオマスは14.55 kg/m²となり、優占種はドロフジツボが7.33 kg/m²と最も多く、次いでシロスジフジツボが6.84 kg/m²と多かった。優占上位2種で、カキを除く総バイオマスの約97%を占めた。

令和3年度設置の棚式着生材の令和4年8月結果では、その他生物の総バイオマスは8.56 kg/m²となり、シロスジフジツボが5.67 kg/m²と最も多く、次いでドロフジツボが2.76 kg/m²と多かった。優占上位2種で、カキを除く総バイオマスの約98%を占めた。

令和4年度設置の金網ロール式着生材の令和4年12月結果では、その他生物の総バイオマスは5.67 kg/m²となり、ドロフジツボが4.60 kg/m²と最も多く、次いでシロスジフジツボが1.07 kg/m²と多かった。優占上位2種で、カキを除く総バイオマスのほぼ全てを占めた。

各着生材において、設置時期や調査時期に関わらず、その他生物の優占上位2種はいずれもフジツボ類であり、カキを除く総バイオマスの約97%以上を占めた。フジツボ類以外では、ゴカイ類や二枚貝類のウネナシトマヤガイ（環境省レッドリスト：純絶滅危惧（NT））、ヒメケフサイソガニ（佐賀県レッドリスト2003：絶滅危惧Ⅱ類）等が占めた。

表14 棚式着生材と金網ロール式着生材のカキ以外のその他生物のバイオマスおよび優占種

着生材	調査時期	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)	優占種		優占5種の バイオマス (kg/m ²)
令和2年設置 棚式着生材	令和3年10月 ※設置から 1年5か月後	14.55	1	ドロフジツボ	7.33
			2	シロスジフジツボ	6.84
			3	サイゴカイ	0.17
			4	ヒメケフサイソガニ	0.11
			5	ウネナシトマヤガイ	0.05
令和3年設置 棚式着生材	令和4年8月 ※設置から 1年3か月後	8.56	1	シロスジフジツボ	5.67
			2	ドロフジツボ	2.76
			3	ウネナシトマヤガイ	0.20
			4	多岐腸目	0.04
			5	サイゴカイ	0.03
令和4年設置 金網ロール式 着生材	令和4年12月 ※設置から 7か月後	5.67	1	ドロフジツボ	4.60
			2	シロスジフジツボ	1.07
			3	サイゴカイ	0.01
			4	カキウラチキレトキ	0.01
			5	カザンショウガイ科	0.01 未満

※その他生物の総バイオマスは、カキ類以外の全生物のバイオマスを示す

(2) 既存カキ礁のカキバイオマスの把握

1) 既存カキ礁のカキバイオマス

浜川河口、鹿島地先および七浦地先の令和4年8月と10月の既存カキ礁のカキバイオマスは、図38に示すとおり、カキ殻高計測結果は、図39に示すとおりである。なお、カキ殻高計測結果は、方形枠（30 cm 角）で採取したカキのうち、殻高の大きい個体順に50個体を選定して計測し、単位面積あたりの個体数に換算した。

既存カキ礁のカキバイオマスは、浜川河口の令和4年8月で16.77 kg/m²、10月で20.20 kg/m²、鹿島地先の令和4年8月で5.06 kg/m²、10月で0.80 kg/m²、七浦地先の令和4年8月で2.84 kg/m²、10月で0.01 kg/m²未満であった。いずれの調査時期においても、カキバイオマスは浜川河口、鹿島地先、七浦地先の順に多く、令和4年8月では、浜川河口と比べて鹿島地先は約30%、七浦地先は約15%となり、令和4年10月では、浜川河口と比べて鹿島地先は約5%、七浦地先は1%未満であった。

カキ殻高計測結果について、殻高50 mm以上の個体では、浜川河口の令和4年8月で126個体/m²、令和4年10月で52個体/m²、鹿島地先の令和4年8月で11個体/m²、令和4年10月で104個体/m²、七浦地先では令和4年8月と令和4年10月ともに0個体/m²であった。殻高100 mm以上の個体では、浜川河口の令和4年8月（8個体/m²）と鹿島地先の令和4年10月（11個体/m²）でのみ確認された。

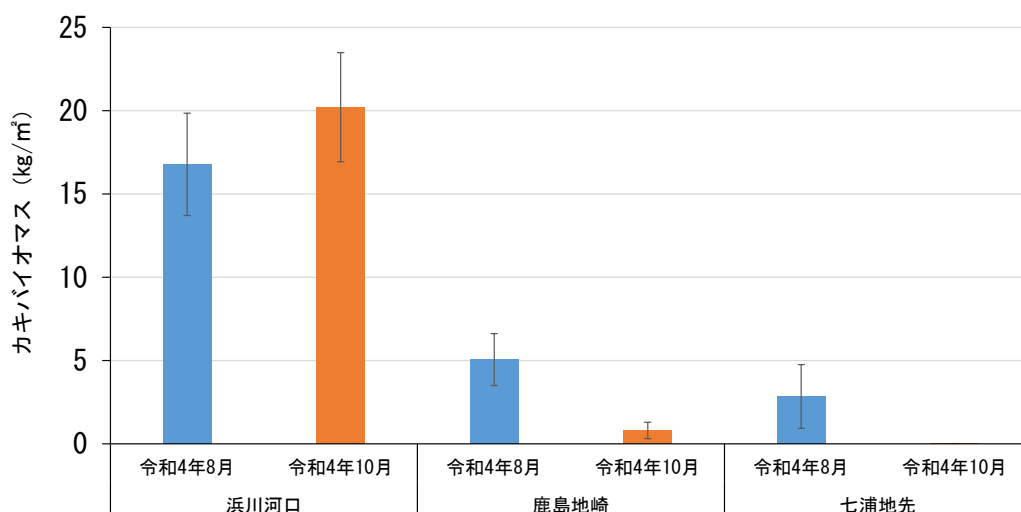


図38 既存カキ礁のカキバイオマス

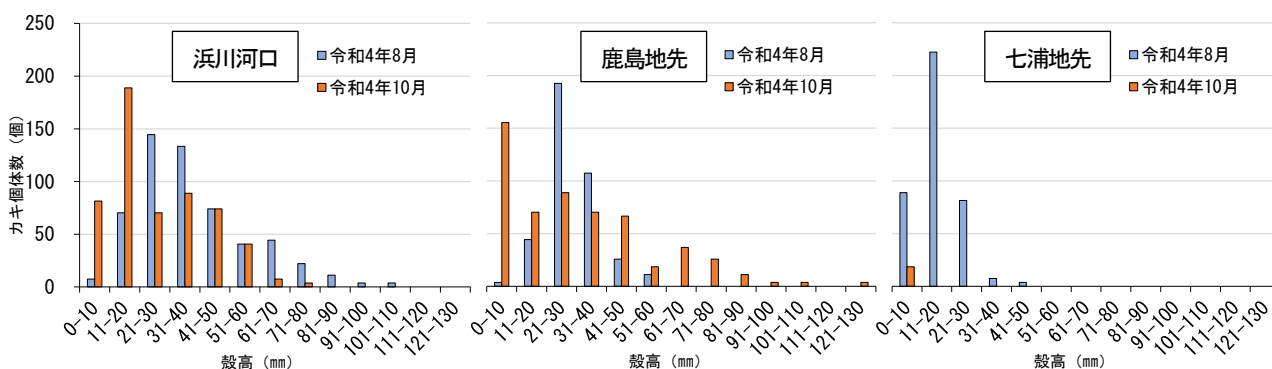


図39 既存カキ礁のカキ殻高計測結果（単位面積あたり）

2) 既存カキ礁のその他生物のバイオマス

浜川河口、鹿島地先および七浦地先の令和4年8月と令和4年10月の既存カキ礁のカキ以外のその他生物のバイオマスは、図40に示すとおりであり、各地先における調査時期ごとの優占種およびバイオマスは表15～表17のとおりである。

既存カキ礁のカキ以外のその他生物のバイオマスは、浜川河口の令和4年8月で6.43 kg/m²、令和4年10月で7.29 kg/m²、鹿島地先の令和4年8月で1.65 kg/m²、令和4年10月で0.51 kg/m²、七浦地先の令和4年8月で2.10 kg/m²、令和4年10月で0.16 kg/m²となり、いずれの調査時期においても、浜川河口のバイオマスは、鹿島地先と七浦地先より多く、令和4年8月では、浜川河口と比べて鹿島地先は約25%、七浦地先は約35%となり、令和4年10月では、浜川河口と比べて鹿島地先は約10%、七浦地先は5%未満であった。

各地先における調査時期ごとの優占5種およびバイオマスについて、浜川河口の令和4年8月結果では、シロスジフジツボが4.24 kg/m²と最も多く、次いでウネナシトマヤガイが1.70 kg/m²と多く、令和4年10月結果では、シロスジフジツボが4.73 kg/m²と最も多く、次いでウネナシトマヤガイが1.99 kg/m²と多かった。鹿島地先の令和4年8月結果では、ドロフジツボが0.65 kg/m²と最も多く、次いでウネナシトマヤガイが0.47 kg/m²と多く、令和4年10月結果では、ドロフジツボが0.17 kg/m²と最も多く、次いでアミメフジツボが0.16 kg/m²と多かった。七浦地先の令和4年8月結果では、ウネナシトマヤガイが1.13 kg/m²と最も多く、次いでシロスジフジツボが0.66 kg/m²と多く、令和4年10月結果では、スナイソゴカイが0.05 kg/m²と最も多く、次いでウネナシトマヤガイが0.04 kg/m²と多かった。

地先や調査時期による若干の変化はあるものの、その他生物の優占種は、フジツボ類やゴカイ類、二枚貝類のウネナシトマヤガイ（環境省レッドリスト：純絶滅危惧（NT））、カニ類等が占めた。

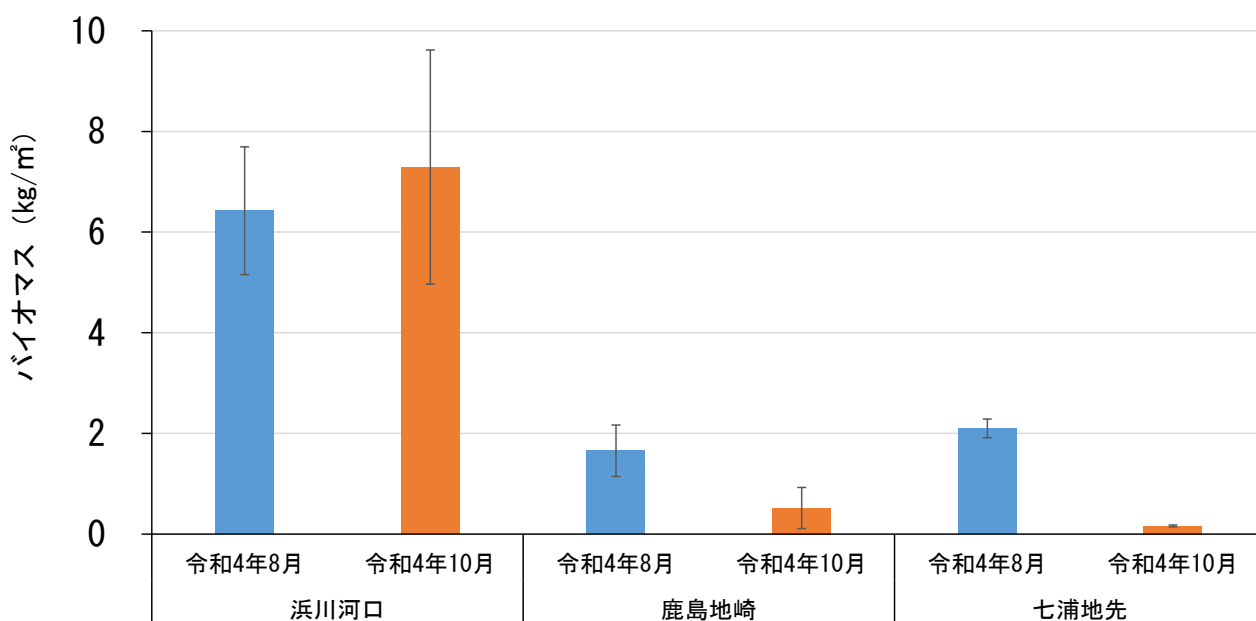


図40 既存カキ礁のカキ以外のその他生物のバイオマス

表 15 既存カキ礁のカキ以外のその他生物の優占種およびバイオマス（浜川河口）

	令和4年8月			令和4年10月		
	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)
1	シロスジフジツバ	4.24	6.43	シロスジフジツバ	4.73	7.29
2	ウネシトマカガイ	1.70		ウネシトマカガイ	1.99	
3	トロフジツバ	0.23		トロフジツバ	0.29	
4	スライゴガイ	0.14		スライゴガイ	0.10	
5	タメフサイガニ	0.03		ヒメフサイガニ	0.07	

※その他生物の総バイオマスは、カキ類以外の全生物のバイオマスを示す。

表 16 既存カキ礁のカキ以外のその他生物の優占種およびバイオマス（鹿島地先）

	令和4年8月			令和4年10月		
	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)
1	トロフジツバ	0.65	1.65	トロフジツバ	0.17	0.51
2	ウネシトマカガイ	0.47		アミエフジツバ	0.16	
3	シロスジフジツバ	0.41		ウネシトマカガイ	0.10	
4	スライゴガイ	0.07		スライゴガイ	0.03	
5	アミエフジツバ	0.06		シロスジフジツバ	0.03	

※その他生物の総バイオマスは、カキ類以外の全生物のバイオマスを示す。

表 17 既存カキ礁のカキ以外のその他生物の優占種およびバイオマス（七浦地先）

	令和4年8月			令和4年10月		
	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)	優占種	優占5種の バイオマス (kg/m ²)	その他生物の 総バイオマス (kg/m ²)
1	ウネシトマカガイ	1.13	2.10	スライゴガイ	0.05	0.16
2	シロスジフジツバ	0.66		ウネシトマカガイ	0.04	
3	スライゴガイ	0.09		ヒメフサイガニ	0.01	
4	アカシ	0.08		Loimia 属	0.01	
5	トロフジツバ	0.08		Amphitritinae 亜科	0.01	

※その他生物の総バイオマスは、カキ類以外の全生物のバイオマスを示す。

3) 浜川河口の水質連続観測

浜川河口のカキ礁周辺における水温、塩分、溶存酸素濃度の連続観測結果は、図 41 に示すとおりである。観測期間のうち、マガキの生息限界値の下限とされる塩分 8.9 以下⁸⁾となった期間に着目すると、8 月 18 日から 8 月 21 日にかけて下限値を下回る値が確認された。当該期間においては、潮汐の変動に伴った断続的な低塩分化であり、干潮時刻付近は下限値の塩分 8.9 を下回ったものの、満潮時刻付近では塩分 15 程度まで回復する状況を繰り返していた。

溶存酸素濃度については、マガキの生息限界値の下限とされる 1.5mg/L 以下⁸⁾となった時間帯が局所的に確認されたものの、連続的あるいは断続的に下限値を下回る期間は確認されなかった。

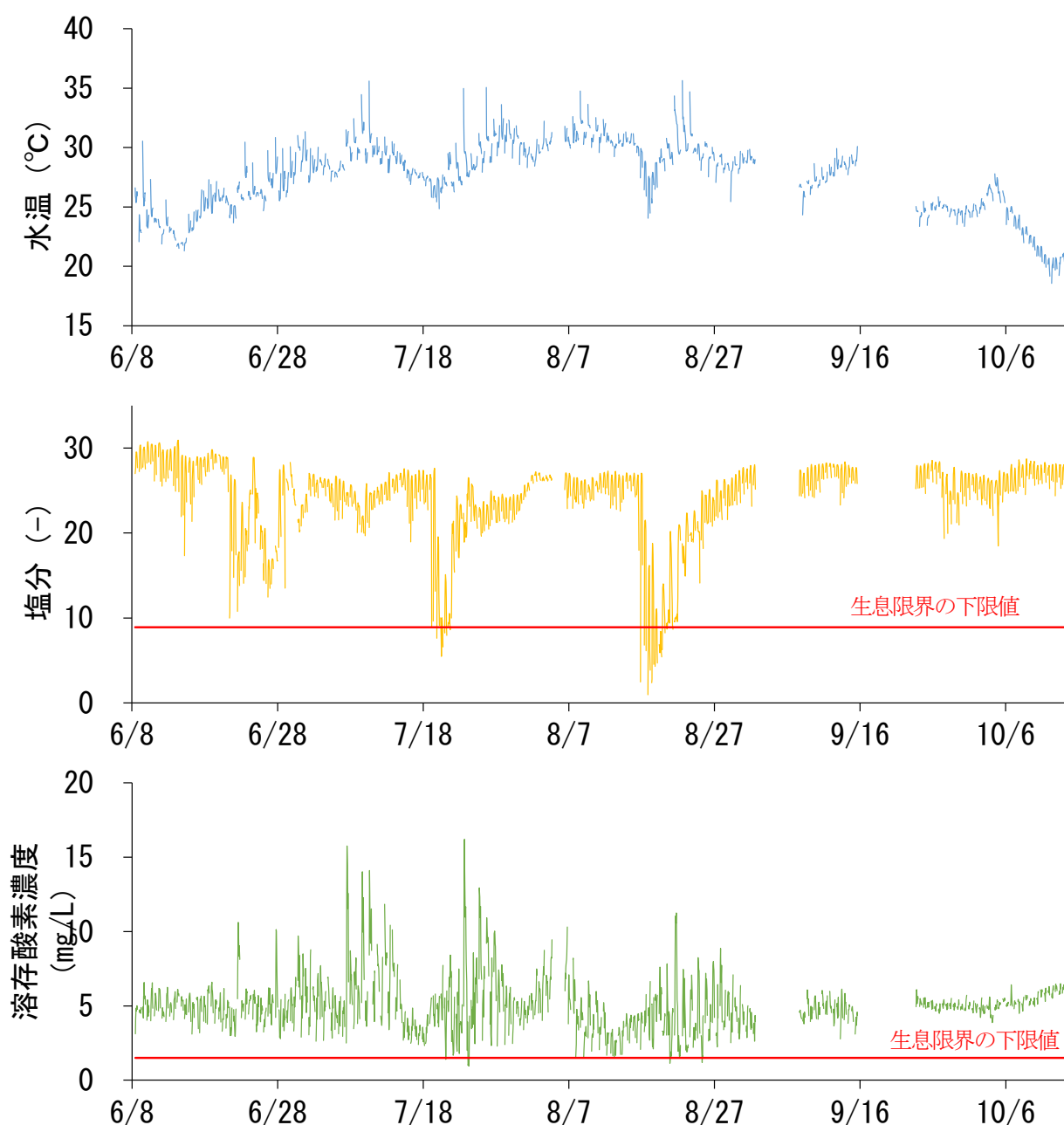


図 41 水温、塩分、溶存酸素濃度の連続観測結果（浜川河口_令和 4 年 6 月 8 日～10 月 15 日）

(3) 漁業者との実証実験

令和4年度に浜川河口に設置した金網ロール式着生材のモデルは、図42に示すとおりであり、漁業者との製作および設置状況は、図43に示すとおりである。金網ロール式着生材は、青竹を組み合わせて作成した枠組みにロール状に加工した金網を固定し、柱となる青竹を地中に貫入して設置した。使用した青竹は、当該地先周辺の竹林から切り出したもので、長さ2.2mと1.5mの規格に揃えて使用した。使用した金網は、ホームセンターで入手可能な規格の既製品を使用しており、線径は令和3年度までの柵式着生材で使用した0.9mmから1.4mmに変更した。着生材の製作は、竹の切り出し、運搬、竹の加工、金網の加工、着生材の組み立て、設置の6工程に分け、全ての作業を漁業者と実施する中で作業上の留意点や工夫点を抽出した。

今年度に作成した作業手引き内容は、表18のとおり、作業手引きの抜粋は、図44に示すとおり、金網ロール式着生材の材料コストは、表19のとおりである。

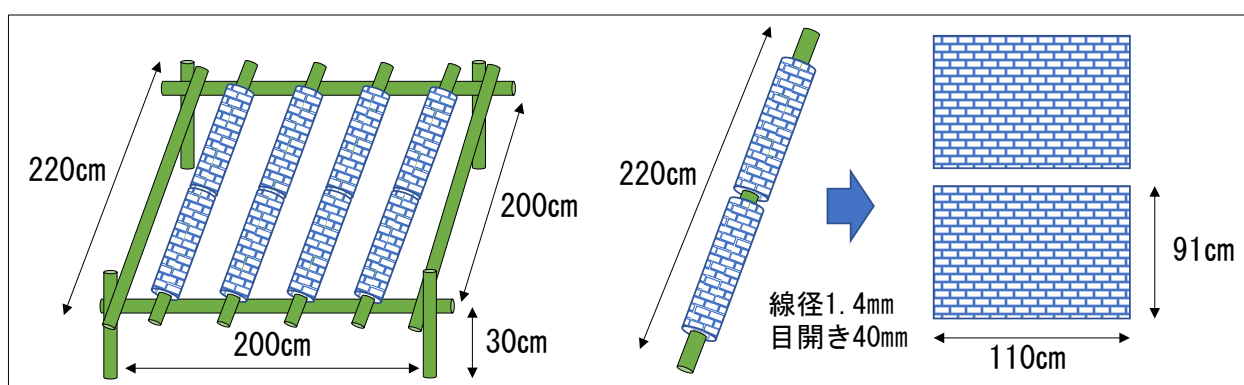


図42 令和4年度に製作した金網ロール式着生材のモデル



図43 漁業者との製作および設置状況