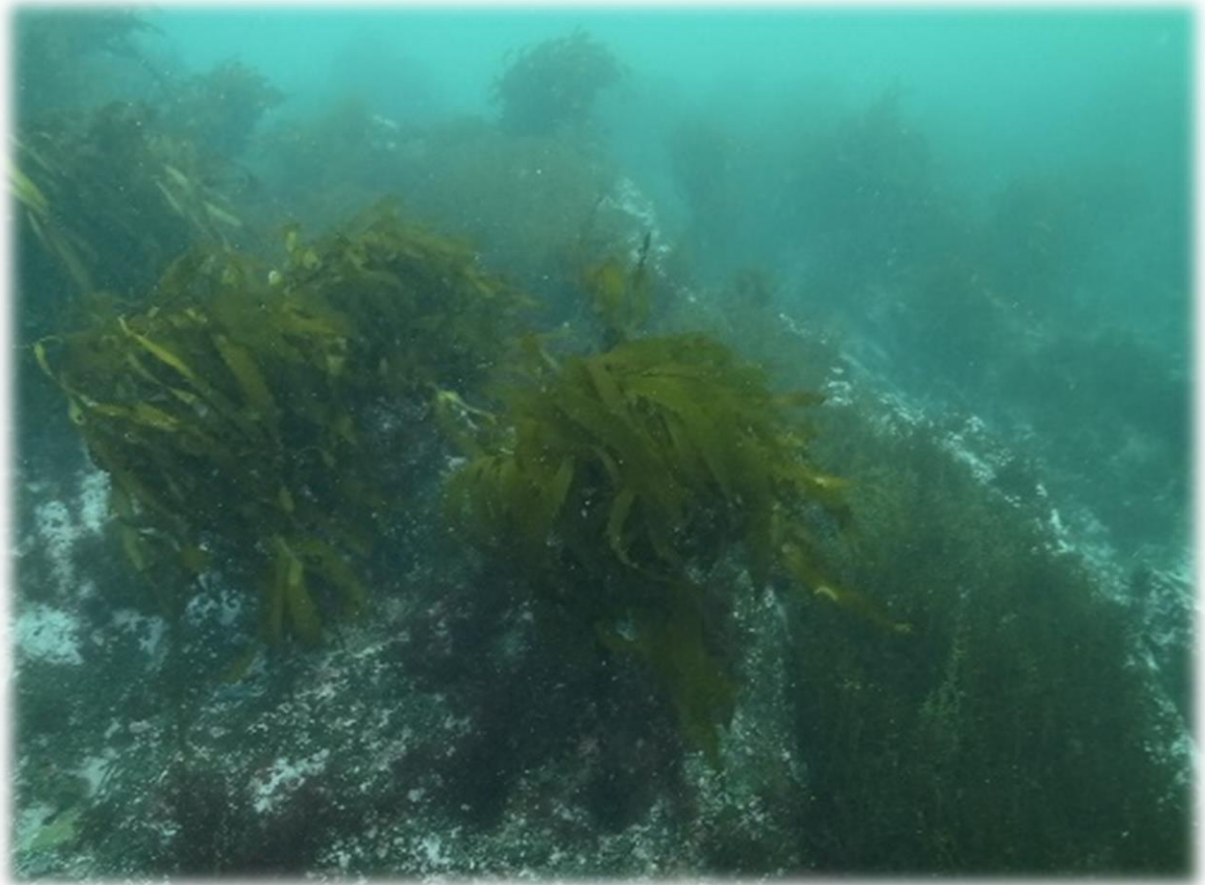


宮城県藻場ビジョン



令和2年8月

宮 城 県

はじめに

藻場・干潟は、海域において豊かな生態系を育む機能を有するほか、水産生物の生育にとって非常に重要な役割を有している。水産資源の回復を図るためには、全国的に衰退傾向にある藻場・干潟の保全や創造を推進することが重要である。

しかしながら、高度経済成長期に急激に悪化した藻場の生息環境は、その後の汚濁負荷量の総量削減の取組などにより水質自体は改善したものの、生物の生育環境は、必ずしも好転したとは言えない状況であり、藻場の保全・創造といった回復に向けた手段を積極的に講じる必要がある。

このため、水産庁では、実効性のある効率的な藻場・干潟の保全・創造対策を検討するため、「藻場・干潟ビジョン検討会（座長：松田治広島大学名誉教授）」を平成 27 年 7 月に立ち上げ、平成 28 年 1 月に「藻場・干潟ビジョン」を策定し、藻場・干潟の保全・創造を推進するための基本的な考え方を取りまとめた。

本県は、この「藻場・干潟ビジョン」を踏まえて、各沿岸の特性を織り込んだ「宮城県藻場ビジョン」（ハード・ソフト対策が一体となった実効性のある効率的な藻場の保全・創造に向けた行動計画）を作成し、その的確な運用を通して、計画的に各海域の藻場の保全・創造の推進を図ることとした。

本ビジョンは、実効性のある効率的な藻場の保全・創造対策を推進するために必要な基本的な情報を整理して、本県沿岸における藻場の衰退要因を把握し、本県沿岸全域を対象とした藻場の保全・創造を推進するための具体的な実施体制、対策対象・範囲、対策手法、維持管理手法などについてとりまとめたものである。

宮城県藻場ビジョン

目次

1	本ビジョンの方針	1
2	検討方法	2
2.1	実施体制	2
2.2	検討範囲	2
2.3	ヒアリングの対象	3
3	各海域に関する情報収集と衰退要因及び海域環境の把握	4
3.1	藻場の分布状況や藻場の消長	4
(1)	衛星画像解析による藻場分布の把握	4
(2)	漁業者ヒアリングによる藻場の実態把握	7
(3)	現地調査による実態把握	9
3.2	水深分布・底質分布	12
(1)	水深分布	12
(2)	底質分布	12
3.3	海水温	14
(1)	水温経年変化	14
(2)	海域別の水温変化動向	16
3.4	水質	17
(1)	透明度	17
(2)	栄養塩（全窒素、全リン）	18
3.5	流況及び波浪	20
(1)	三陸沖を支配する海流（親潮）	20
(2)	沿岸の流況	23
(3)	波浪特性	24
3.6	食害生物の分布状況	25
(1)	ウニ類	25
(2)	植食性魚類	26
3.7	水産生物の産卵親魚や幼稚仔魚の生息状況	27
3.8	藻場衰退要因及び海域環境の把握	28
(1)	海域環境の変化	28
(2)	藻場衰退要因	28
4	藻場ビジョンの策定	29
4.1	対策対象種	29
4.2	長期的な目標の設定	30
(1)	目標設定の考え方	30

(2) 長期的目標	30
4.3 対策方針（ハード対策とソフト対策の一体化）	31
4.4 対策実施候補地の選定	32
(1) 整備要望の抽出	32
(2) 要望地域の位置	33
(3) 対策実施候補地の整備による種の拡散イメージ	34
(4) 対策実施候補地の現状と課題	35
4.5 候補地別保全・創造手法	36
(1) ウニ食害の少ない適地で、着定基質が少ない海域	36
(2) 震災による基盤沈下で海況が変化してウニの食害が顕著になった海域	38
(3) ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域	39
5 ハード・ソフトが一体となった対策の実施	40
5.1 ウニ食害の少ない適地で、着定基質が少ない海域	40
(1) 雄勝湾	40
(2) 女川湾	46
(3) 鮫浦湾	52
(4) 石巻湾北部	59
(5) 仙台湾	65
5.2 震災の地盤沈下による流況変化でウニの食害が顕著になった海域（気仙沼湾）	70
(1) 気仙沼湾	70
5.3 ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域	75
(1) 志津川湾	75
(2) その他の海域	81
5.4 優先順位の検討	82
6 留意事項	83
6.1 モニタリング・維持管理	83
6.2 計画の見直し・改善	84
7 引用文献	85

1 本ビジョンの方針

本ビジョンは、以下の 4 つの視点を重視しつつ、各海域の海洋環境に的確に対応した形でハード・ソフト対策が一体となった広域的対策を実施し、本県沿岸全域を対象として実効性のある効率的な藻場の保全・創造を目指すものである。

➤ 的確な衰退原因の把握

藻場の衰退原因は、海域環境等の影響により変化する可能性があることを念頭に置き、衛星画像解析や現地調査による藻場分布の実態把握や、漁業者からのヒアリングを行い、個別海域ごとに的確に藻場の衰退要因を把握・予測し、その要因に合致した対策を講じる。

➤ ハード・ソフト対策が一体となった広域的対策の実施

具体的行動計画の策定・推進にあたっては、最新の調査結果に基づき、広域的な視点からハードとソフトを組み合わせた計画とする。対策実施場所の選定にあたっては、海藻類の孢子・種子が潮流などにより広域的に移動する特性を考慮し選定する。また、水産生物の生活史に対応した漁場整備を行う海域において、産卵親魚や幼稚仔魚が多く生息する箇所が判明している場合には、その場所での対策を優先的に行う。また、対策を実施した後は、一定期間、藻場密度のモニタリングを行い、PDCA サイクルを通じて実効性のある対策として、それに向けた実施体制を事前に構築し、着実に成果を残すための計画を策定する。

➤ 新たな知見の積極的導入

民間企業や研究機関などが開発した技術など、より効率的・効果的に藻場の保全を図る新たな知見や技術を積極的に導入する。

➤ 対策の実施にあたっての留意事項

行動計画の作成及び実施体制の構築は、宮城県が中心となって行うが、その際は、漁業者、地域住民、企業などの多様な主体の参画を図るとともに、対策実施後は、地域漁業者等が自主的かつ持続的に藻場の保全を行うことができる体制を構築する。

なお、各取組みや、藻場機能の回復事例などの効果発現状況は、広く発信し、本県全沿岸で情報共有を図り、藻場の保全活動に関する県民への理解促進を図る。

2 検討方法

2.1 実施体制

各地域における藻場に関する現状や課題等を把握し、実効性のある効率的な回復対策を実施するため、関係市町、漁業関係者（漁業協同組合や活動組織）、有識者から構成される「磯焼け対策会議」を開催し、県下における藻場の状況や対策の方向性を検討した（図 2.1-1 参照）。

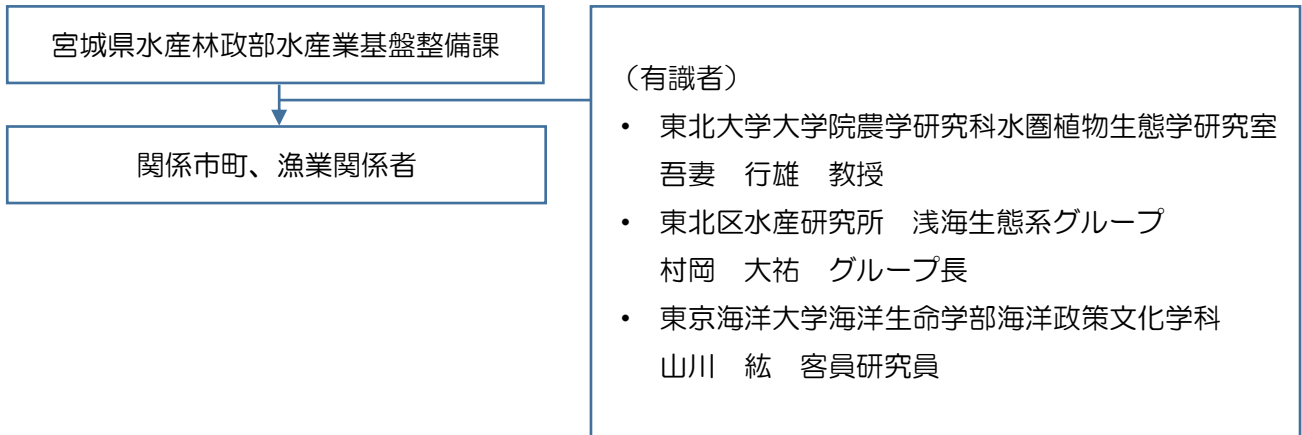


図 2.1-1 藻場ビジョン策定の検討・実施体制

2.2 検討範囲

藻場ビジョンを作成する海域は、岩礁性藻場が存在する県北部及び中部海域（気仙沼市、南三陸町、女川町、石巻市、松島町、七ヶ浜町、塩釜市）とした（図 2.2-1 参照）。

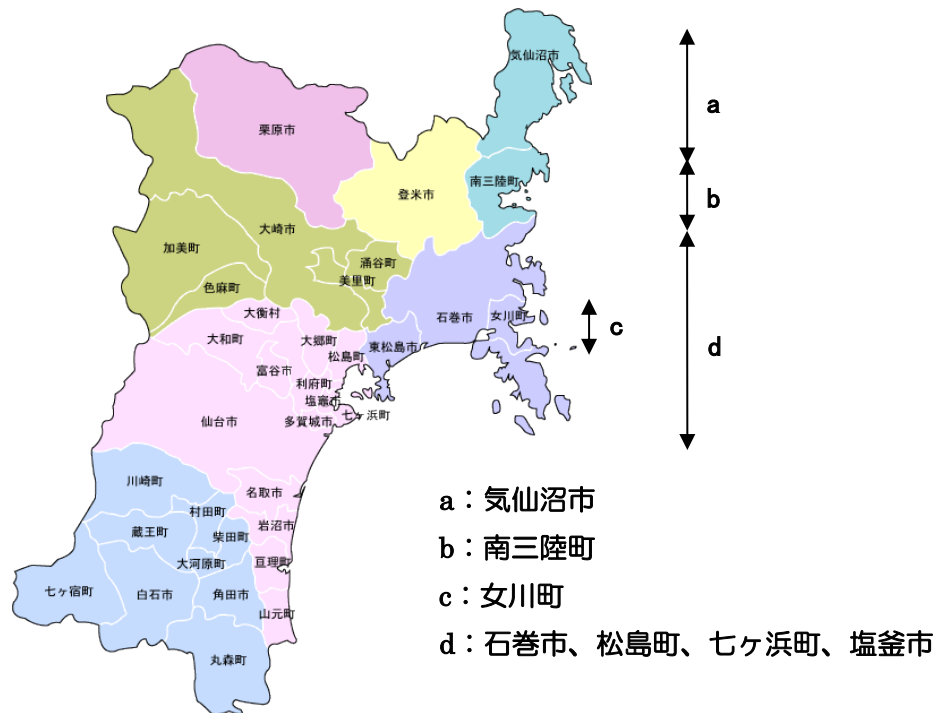


図 2.2-1 藻場ビジョン策定の対象海域

2.3 ヒアリングの対象

藻場の現状や消長の推移、環境条件などを把握するために、令和元年 11 月 5 日～12 月 26 日の期間において、以下の 43 箇所の漁業関係者にヒアリングを行った。

表 2.3-1 ヒアリング実施者一覧表

支所	唐桑	気仙沼地区 (気仙沼地区)	気仙沼地区 (大島地区)	大谷本吉	歌津
	志津川	北上町十三浜	雄勝町雄勝湾	雄勝町東部	網地島
	寄磯前網	谷川	表浜	河北町	石巻地区
	石巻湾	石巻市東部	矢本	鳴瀬	宮戸
	宮戸西部	松島	塩釜市第一	塩釜市浦戸東部	塩釜市浦戸
	七ヶ浜	仙台	仙南		
地区	指浜	尾浦	竹浦	桐ヶ崎	高白浜
	横浦	大石原浜	飯子浜	塚浜	出島
	寺間	江島	針浜		
漁協	牡鹿	塩釜市			

3 各海域に関する情報収集と衰退要因及び海域環境の把握

3.1 藻場の分布状況や藻場の消長

(1) 衛星画像解析による藻場分布の把握

令和元年度の衛星画像で求められた藻場面積は約 1,100ha であり、同じく衛星画像で求められた平成 27 年度の藻場面積の約 54% (約 2,050ha) に減少していた。令和元年度のヒアリング調査では、43 地区のうち 23 地区 (53%) の地区で藻場の分布下限水深が、近年(特に平成 26 年度以降)、浅くなってきているとの意見が聞かれた。なお、ヒアリングにより把握された平成 7～8 年では、約 5,000ha の藻場がみられていた (図 3.1-1 参照)。

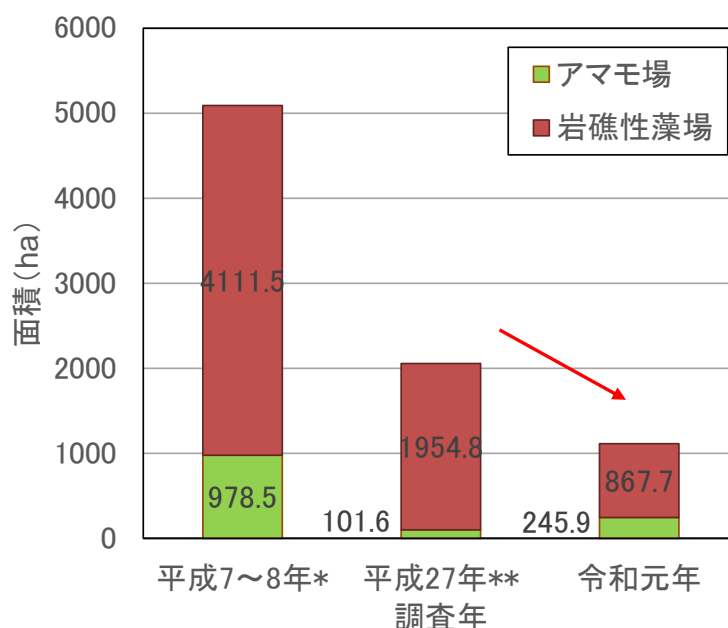


図 3.1-1 藻場分布の変化

衛星画像撮影時期 平成 27 年：7、8 月、令和元年：11、12 月

※平成 7～8 年度の調査はヒアリングによる値であることから参考値として示す。

出典： *環境庁 自然保護局 (1998 年 3 月) 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(平成 28 (2016) 年 3 月) 平成 27 年度 東北地方太平洋沿岸地域 植生・海域等調査 報告書。

市町別の岩礁性藻場分布の変化傾向をみると、平成 27 年と比較して令和元年は、一部の地域を除いて、ほとんどの市町で減少していた。

藻場面積の比較的大きな増加がみられた鳴瀬町、松島町、利府町、塩釜市では、松島湾においてアカモクなどのホンダワラ類がみられたためである。

河北町、矢本町、仙台市、亶理町では大きな変化はみられなかった。

なお、平成 7～8 年度は参考値であるが、この時期と比較すると全地区で減少していた(表 3.1-1 参照)。

表 3.1-1 市町別岩礁性藻場の変化傾向

現区域	藻場面積 及び増減率	平成7～ 8年※ (ha)	平成27年 (ha)	令和元年 (ha)	令和元年/ 平成7～8年 (%)	令和元年/ 平成27年 (%)
気仙沼市	唐桑町	430.8	262.8	79.2	18.4	30.1
	気仙沼市	218	393.2	174.8	80.2	44.5
	本吉町	128.8	188.4	65.4	50.8	34.7
南三陸町	歌津町	202.1	222.3	99.5	49.2	44.8
	志津川町	140.5	270.3	66.2	47.1	24.5
石巻市	北上町	90	80.4	16.4	18.2	20.4
	河北町	108.7	0.7	0.8	0.7	114.3
	雄勝町	432.8	126.1	95.1	22.0	75.4
	牡鹿町	518.3	206.5	76.8	14.8	37.2
	石巻市	201.9	47.5	28.5	14.1	60.0
女川町		851.7	100.7	71	8.3	70.5
東松島市	矢本町	3.4	0	0	(皆無)	-
	鳴瀬町	127.4	19.8	37	29.0	186.9
松島町		0	0	3.3	(皆増)	(皆増)
利府町		34.3	0	0.5	1.5	(皆増)
塩釜市		205.2	2.1	32.1	15.6	1528.6
七ヶ浜町		404.8	33.9	21.2	5.2	62.5
仙台市		12.3	0	0	(皆無)	-
亶理町		0.4	0	0	(皆無)	-
総計		4112	1954.8	867.7	21.1	44.4

※平成 7～8 年の調査はヒアリングによる値であり参考値である。

 減少

平成 23 年に発生した東日本大震災に伴う津波により、沿岸生態系は甚大な影響を受け、特に湾奥部の砂泥底に生息するアマモ場については、震災直後の調査により大規模な消失が報告されている（坂巻ら、2014；仲岡ら、2013）。市町別のアマモ場分布の変化傾向をみると、平成 27 年と比較して令和元年は、一部の地域を除いて、ほとんどの市町で増加しており、宮城県全体のアマモ場の面積をみると、約 2.5 倍に増加していた。漁業者ヒアリングや市町ヒアリングでは、NPO 団体等によるアマモの再生活動の実施が報告されており、アマモ場の増加の一因と考えられた。

表 3.1-2 市町別アマモ場の変化傾向

現区域	旧区域	藻場面積 及び増減率	平成7～ 8年※	平成27年	令和元 年	令和元年/ 平成7～8年	令和元年/ 平成27年
			(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)
気仙沼市	唐桑町		0	0	0	-	-
	気仙沼市		0	12.7	16.1	(皆増)	126.8
	本吉町		0	14.5	25.2	(皆増)	173.8
南三陸町	歌津町		0	20	11.2	(皆増)	56.0
	志津川町		37.3	31	13.4	35.9	43.2
石巻市	北上町		0	0	0	-	-
	河北町		0	6	20.5	(皆増)	341.7
	雄勝町		0	0	0.2	(皆増)	(皆増)
	牡鹿町		6.4	7.3	15.8	246.9	216.4
	石巻市		21.4	0	76.6	357.9	(皆増)
女川町			0	0	28.1	(皆増)	(皆増)
東松島市	矢本町		0	0	0	-	-
	鳴瀬町		144.5	0.8	13.3	9.2	1662.5
松島町			448.9	7	8.8	2.0	125.7
利府町			10.1	2.3	1.9	18.8	82.6
塩釜市			305.6	0	12.7	4.2	(皆増)
七ヶ浜町			0	0	1.7	(皆増)	(皆増)
仙台市			0	0	0	-	-
亶理町			4.3	0	0	(皆無)	-
総計			978.5	101.6	245.4	25.1	241.5

※平成 7～8 年の調査はヒアリングによる値であり参考値である。

 増加

(2) 漁業者ヒアリングによる藻場の実態把握

令和元年 11 月 5 日～12 月 26 日に実施した漁業者へのヒアリング（43 箇所）の結果、藻場の実態について以下の状況が確認できた。

1) 確認された藻場の種類

確認された藻場は、ガラモ（34 地区）、アラメ（30 地区）、コンブ（25 地区）、ワカメ（16 地区）、アマモ（26 地区）、海藻なし（2 地区）【複数回答】であり、岩礁性藻場が大半を占めていた（図 3.1-2 参照）。

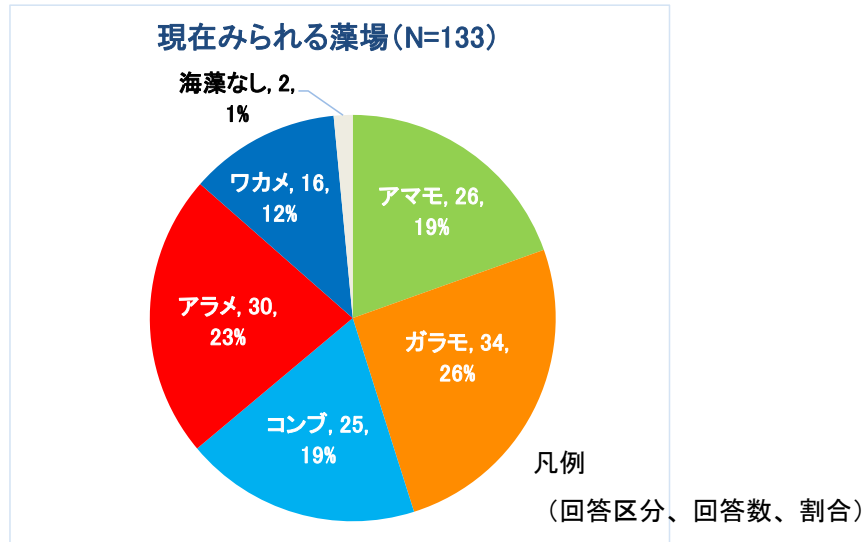


図 3.1-2 確認された藻場の種類

2) 藻場の分布

藻場の分布をみると、アラメ、ガラモは沿岸全域で確認されており、コンブは北部から中部にかけて確認されていた（図 3.1-3 参照）。

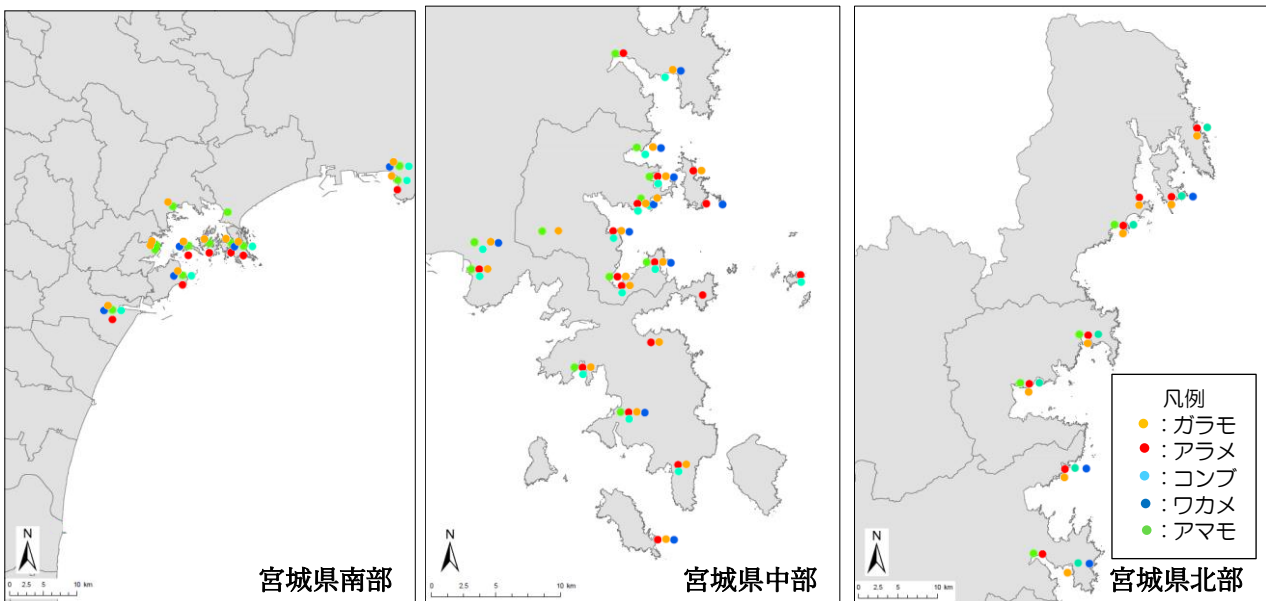


図 3.1-3 藻場種類の確認結果

3) 藻場の増減

震災前の平成 22 年と令和元年を比較すると、地区全体で 84%の藻場が減少しており、その中でも、アラメ場では 97% (29/30 地区)、コンブ場は 88% (22/25 地区) が減少していた (図 3.1-4 参照)。

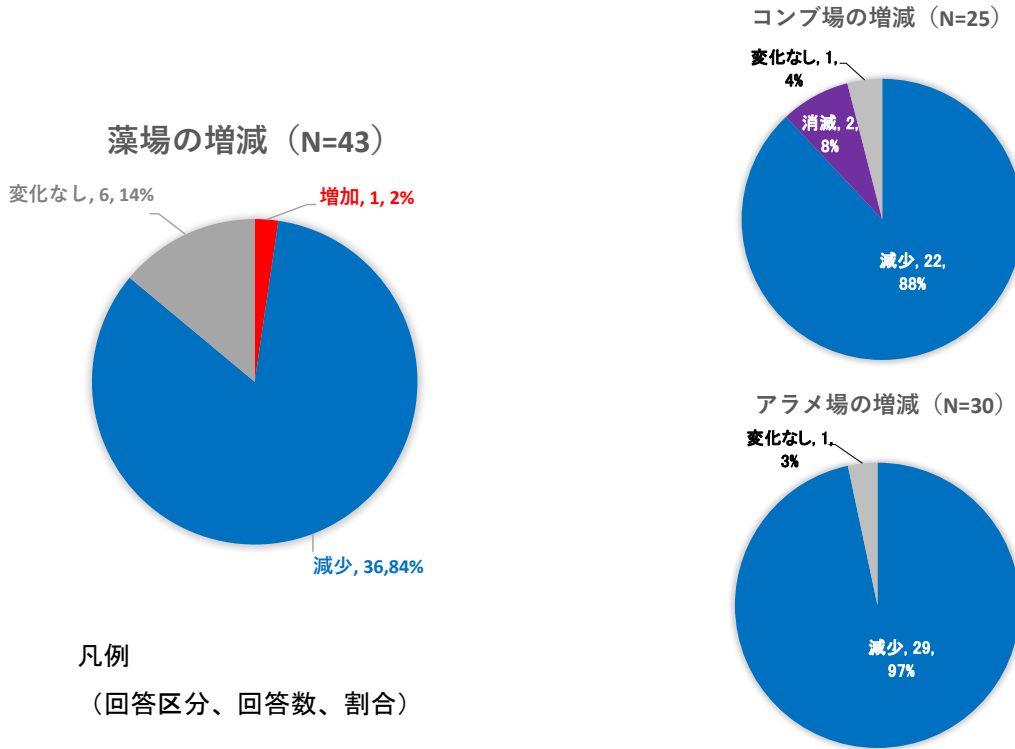


図 3.1-4 藻場の消長 (ヒアリング結果)

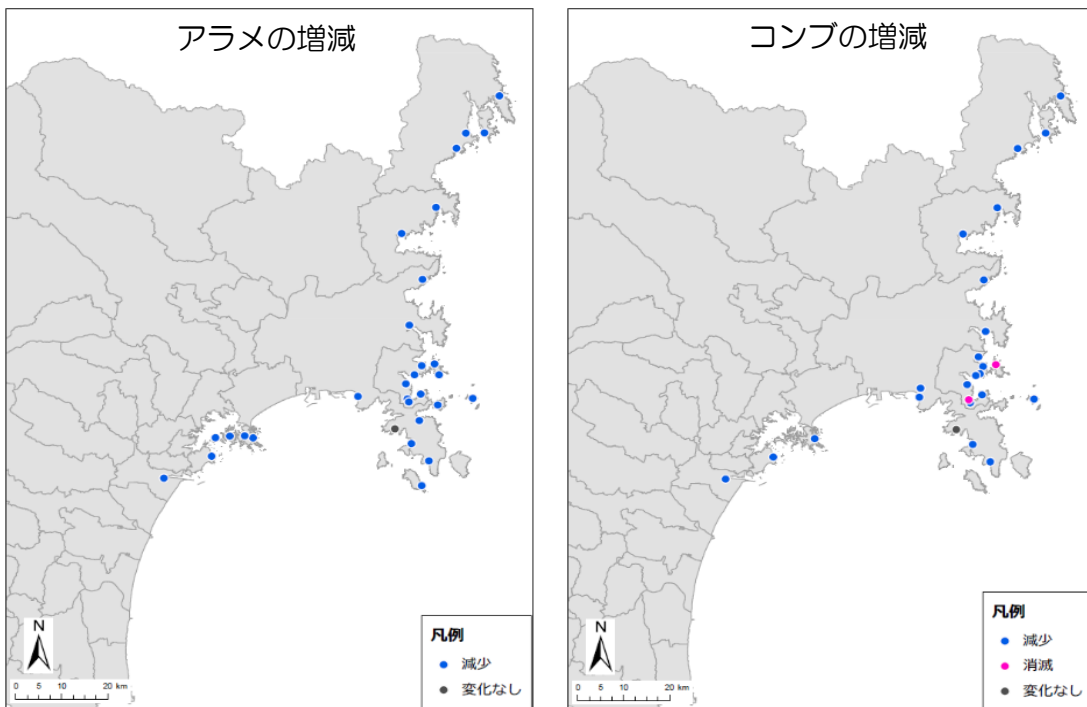


図 3.1-5 アラメ・コンブの増減分布

(3) 現地調査による実態把握

令和元年12月19日～令和2年3月7日の期間の9日間において、9海域（気仙沼大島、志津川、雄勝東部、谷川、女川寺間、寄磯前網、前浜、網地島、七ヶ浜）で潜水目視観察調査を実施した結果及び後述する漁業者へのヒアリング結果から、全ての調査海域において、藻場が衰退し、それが継続する磯焼けが発生していることが分かった。一方で、海域の一部に生残する藻場の特徴から、調査海域における藻場の形成条件について、以下のとおり整理した。

1) ウニ類が約3個体/m²以下で海藻が繁茂する可能性が高い（図3.1-6参照）

- ・海藻がわずかでも見られる地点の約82%は、ウニの個体数が3個体/m²以下であった。
- ・一方、海藻が全くみられない地点では、ウニの個体数が8個体/m²が最大で14%を占め、全体では、4個体/m²以上が約74%であった。
- ・なお、海藻がわずかでも見られる地点でウニが4個体/m²以上みられた地点では海藻はみられるものの被度はおおむね20%以下と少なかった。
- ・海藻が全くみられない地点のうち、ウニが1個体/m²以下と少なかった地点の底質は、いずれも砂混じりの底質であった。

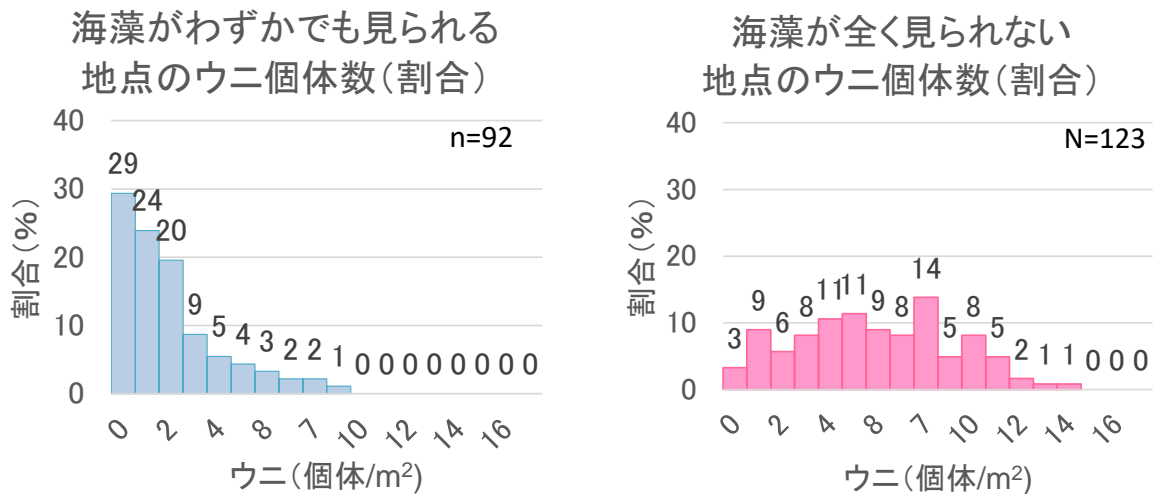


図 3.1-6 海藻被度とウニ個体数の関係

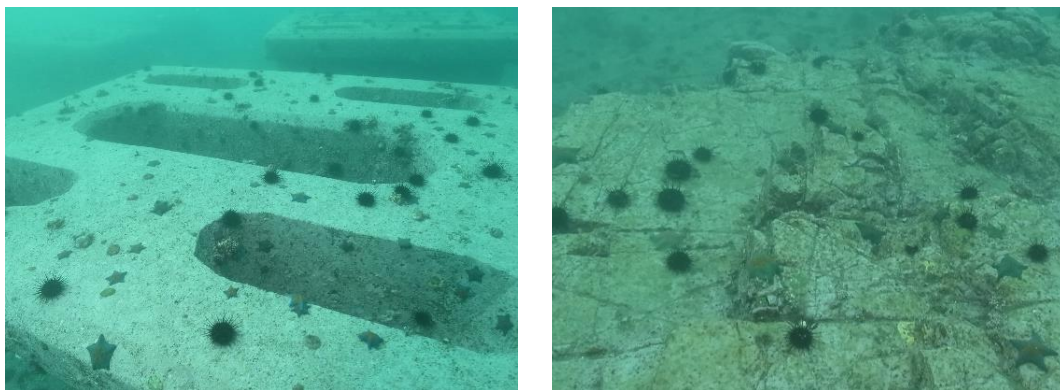


図 3.1-7 ウニが多く大型海藻が全く生育していない海底

- 2) 水深約 2m 以浅で海藻が繁茂する可能性が高い (図 3.1-8 参照)
- 海藻がわずかでも見られる地点の約 82%は、水深約 2m 以浅の地点であった。

海藻がわずかでも見られる地点の水深分布

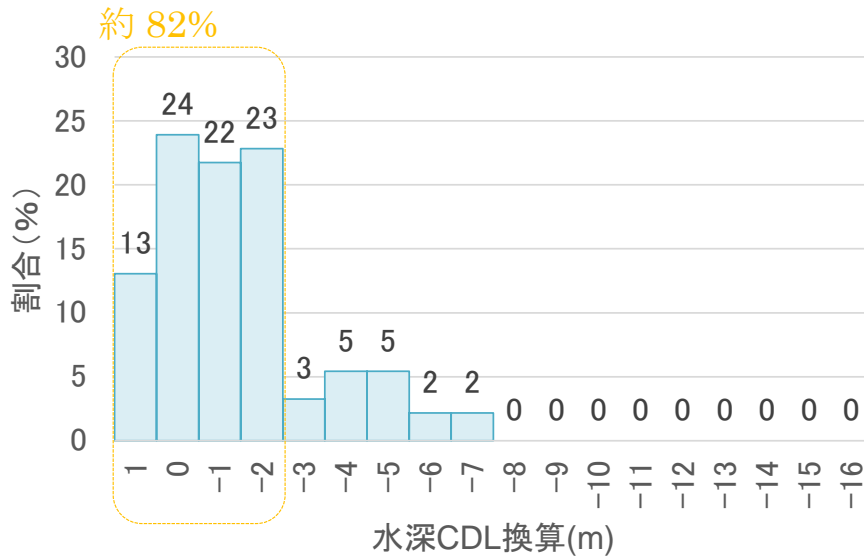


図 3.1-8 海藻がわずかでもみられる地点の水深分布

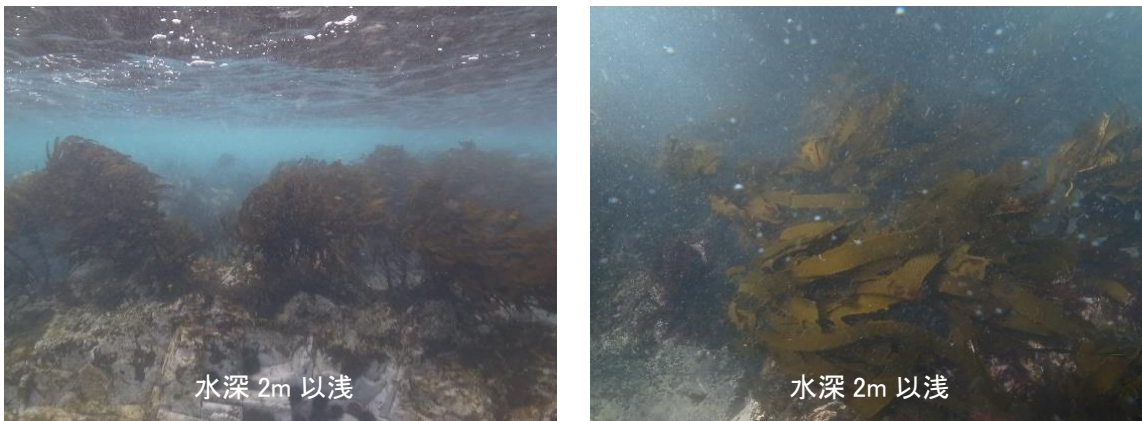


図 3.1-9 水深 2m 以浅の地点の海域

3) 底質に砂が混在している場合は、岩・礫のみと比較して海藻が繁茂する可能性が高い（図 3.1-10 参照）

- ・同水深帯において、底質が「岩・礫」のみよりも「岩・礫・砂混」の地点において、海藻被度が高い傾向を示した。
- ・また、底質が「岩・礫」のみよりも「岩・礫・砂混」の地点において、ウニ類の個体数は約 2 個体/m²以下と少ない傾向がみられた。

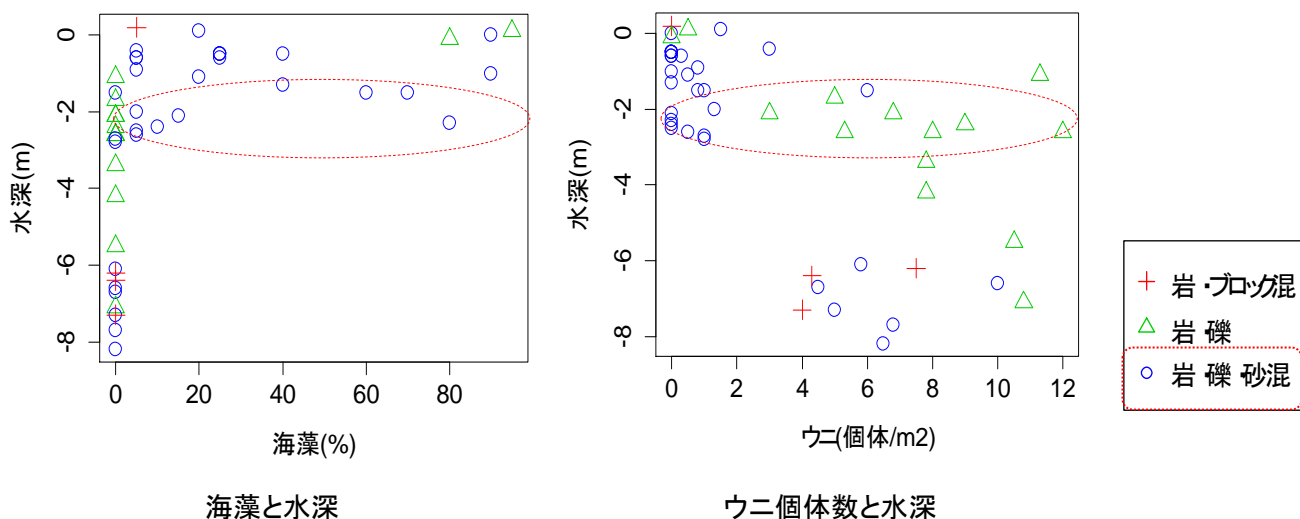


図 3.1-10 底質の違い（砂が混じる場合と岩・礫のみの場合）による比較

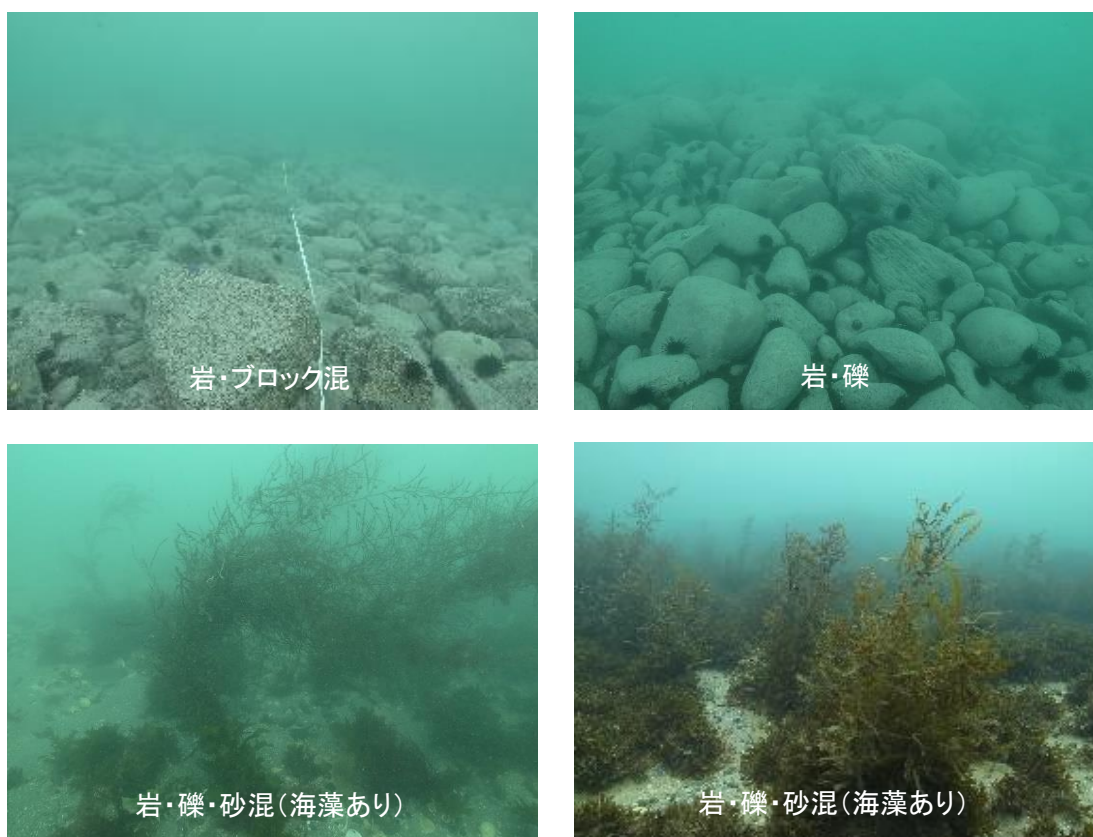


図 3.1-11 底質の違いと海藻の状況

3.2 水深分布・底質分布

(1) 水深分布

宮城県沿岸は、牡鹿半島より北側が三陸リアス式海岸の一部となっており、水深100mまで複雑な地形を呈している岩礁海岸である。一方、牡鹿半島の西側に位置する石巻から南方の海岸は松島地域を除いて砂浜海岸となっており、岩礁海岸はほとんど存在しない（図 3.2-1 参照）。

この沿岸で藻場が生息している下限水深はおよそ水深20m以浅（図中の緑線が水深20m）であり、海底地形図を見ると沿岸に張り付くように分布していることがわかる。

今回の現地ヒアリングでは、多くの海域で藻場の生息下限水深が、近年、浅くなってきていることが語られている。生息水深に関するヒアリング結果を表 図 3.2-1 に示した。

ヒアリングによる藻場の生息水深を見ると以下のような傾向があった。

- H22年度に比べると、現在ではほとんどの地域で海藻の生息限界水深が浅くなっている。

唐桑：水深 6～7m⇒2～3m	大谷本吉：水深 6～7m⇒3～4m
歌津：水深 10m 以上⇒5～6m	北上町十三浜：水深 10m 以上⇒3～5m
雄勝町東部：水深 6m⇒3m	網地島：水深 2m⇒1.5m
女川指浜：水深 6～7m⇒2～3m	女川桐ヶ崎：水深 6～7m⇒3～4m
女川高白浜：水深 10m 以上⇒5～6m	女川大石原浜：水深 10m 以上⇒3～5m
女川塚浜：水深 6m⇒3m	女川寺間：水深 2m⇒1.5m
女川針浜：水深 7～8m⇒5m	寄磯前網：水深 7～8m⇒5m
谷川：水深 10m⇒2～3m	表浜：水深 10m⇒3m
宮戸西部：水深 5m⇒3m	

(2) 底質分布

宮城県沿岸の底質を概観すると、太平洋に面する唐桑～谷川の間は岩礁海岸が連続しており、その間の志津川湾、女川湾などの湾入部には砂泥の堆積が認められる。また、石巻湾に位置する表浜～七ヶ浜町の間は砂質の海底であり、牡鹿半周辺と松島周辺に岩礁が認められる。

対象地区の詳細な底質については、現地調査によって確認した。

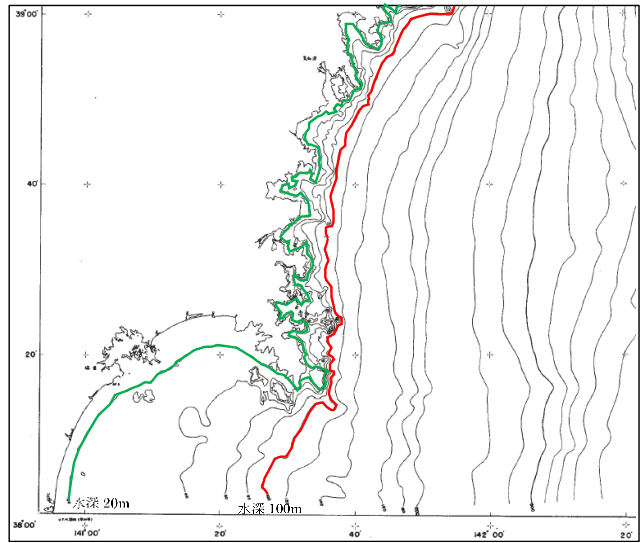


図 3.2-1 宮城県沿岸の海底地形

（海上保安庁：三陸沖（南部）海底地形、地質構造調査報告書に追記）

表 3.2-1 藻場の生息水深に関するヒアリング結果

対象		藻場分布範囲(水深)
唐桑支所		アラメの下限水深6~7m(H22)→2~3m(R1)
気仙沼地区支所(気仙沼地区)		不明
気仙沼地区支所(大島地区)		海藻の付きやすい箇所ではコンブ・ワカメ・アカモクの下限水深5m、付きにくい箇所ではコンブの下限水深1m(H20)→海藻の付きやすい箇所ではワカメ・ケウルシガサ3~4m、付きにくい箇所ではアラメ1m、潮間帯のみウミシロノオ(R1)
大谷本吉支所		分布下限が変化 H22:6~7m→R1:3~4m
歌津支所		・マコンブ分布下限 H22:10m以上→R1:5~6m ・ヒジキ、フノリ変わらず ・マツモはH29から減少
志津川支所		全体的に浅くなっている
北上町十三浜支所		・アラメ分布下限 S60:10m以上→R1:3~5m
雄勝町雄勝湾支所		・岩礁部はアラメ(5m)、砂泥域はアマモ
雄勝町東部支所		・マコンブの分布下限変化 H22:6m→R1:3m
女川支所	指浜	・水深変化は不明 ・指浜西部は2004年頃から石灰化
	尾浦	・水深は浅くなった
	竹浦	・水深は浅くなった
	桐ヶ崎	・水深は浅くなった
	高白浜	・水深は浅くなった ・平成27年結果と比較すると分布域は大きく減少している。
	横浦	・全体的に減少している
	大石原浜	・水深は浅くなった ・2015年ごろまではワカメやコンブが生育していたが、以降はみない。 ・大石原漁港周辺ではワカメ・コンブ→アカモクに
	飯子浜	・水深は不明である ・震災前は平成27年度の藻場分布範囲にアラメやホッカ(コンブ)が多かったが、震災後に大きく減少した。
	塚浜	・東部にアマモ、北部にアラメやワカメが繁茂していたが2013年頃の工事の濁水の影響でなくなった。
	出島	・藻場は全体的に減少している。 ・2014年頃には出島北端部沖合にはワカメやコンブが生えていたが、現在はなくなった。
	寺間	・平成25年以降アラメは被度が低下している。
	江島	・藻場は全体的に減少している ・コンブもみられなくなった ・天然ワカメがみられなくなった
針浜	・全体的にアマモ場がある。震災で一度なくなったが、今は回復しているのではないかと。	
牡鹿漁協		H25頃は金華山全域で藻場、R1は一部で藻場
網地島支所		アラメ分布下限 震災前:2m、震災直後:3m、現在1.5m
寄磯前網支所		分布域は同じだが、分布下限が変化 H13:10m、H22:7~8m、H23-5:10m、R1:5m
谷川支所		アラメ下限水深 H22:10m、H29:7m、R1:2~3m
表浜支所		アラメ下限水深変化 H25まで:10m、R1:3m分布域は変化なし。アカモク、ワカメ、アマモも変化なし
河北町支所		・震災後にアマモ場が増加。 ・岬周辺にはコンブが昔から生育
石巻地区支所		以前はアラメも多かったが、今は少なくなり、アカモクが主体となっている。コンブも震災以降は少なくなった
石巻湾支所		震災でアマモが減少したが、現在は回復、アカモクが増加した気がする
石巻市東部支所		大きな変化はなし
矢本支所		藻場はもともとない(消波ブロックにワカメ程度)
鳴瀬支所		アマモが激減したが、現在少し回復しつつある
宮戸支所		分布下限は浅くなった
宮戸西部支所		アラメ分布下限H22:5m、R1:3m、区画の西部では藻場が全く消失したエリアあり
松島支所		震災で激減。現在はH27の知見と同様
塩釜市第一支所		・アカモクはH21ごろよりも1.5倍増。 ・昭和40年代にアマモ場であった箇所がアカモク場になっている(内裡島東部)
塩釜市漁協		アマモが特に減少
塩釜市浦戸東部支所		水深変化は不明
塩釜市浦戸支所		・水深変化は不明 ・桂島南部でガラモ全滅
七ヶ浜支所		全体的に分布が浅くなった
仙台支所		水深変化は不明
仙南支所		鳥の海、荒浜漁港内等にアマモがあったが消失

3.3 海水温

(1) 水温経年変化

江島の4月の平均水温は約8℃であり、8℃より高いと暖水期とよばれ親潮分枝が離岸、8℃より低いと親潮分枝が接岸している指標となる(図 3.3-1 参照;宮城県水産技術センター)。この長期にわたる水温の時系列変化をみると、変則的周期で冷水期と暖水期が周期的に変動している。

近年15ヵ年の水温変動をみると、平成暖水期が平成14年で終わり、平成15年から27年までは水温が8℃以下になる年の頻度が高くなっている。平成28年から令和2年は水温が8℃以上となる頻度が高くなり、平成30年は約11.3℃と、昭和29年、明治44年に次ぐ高水温となっている。

漁業ヒアリングによって判明した、平成26年以降の藻場の減少傾向とよく一致しているとともに、最もダメージが大きいとの意見が多かった平成30年の水温が全域的に高くなっていることが確認できた。

また、平成4年から令和元年までの各地点における4月の水温観測データを整理して確認したところ、江島の変化動向と同様の変化が、確認できた(図 3.3-12 参照)。

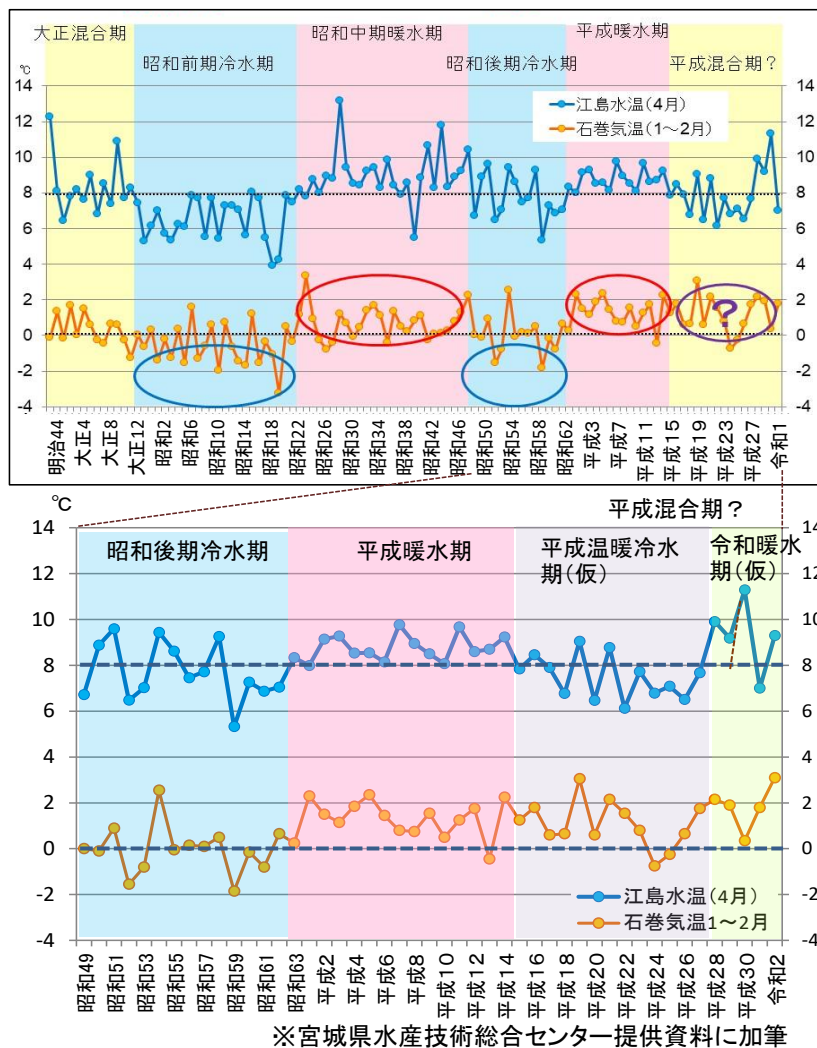
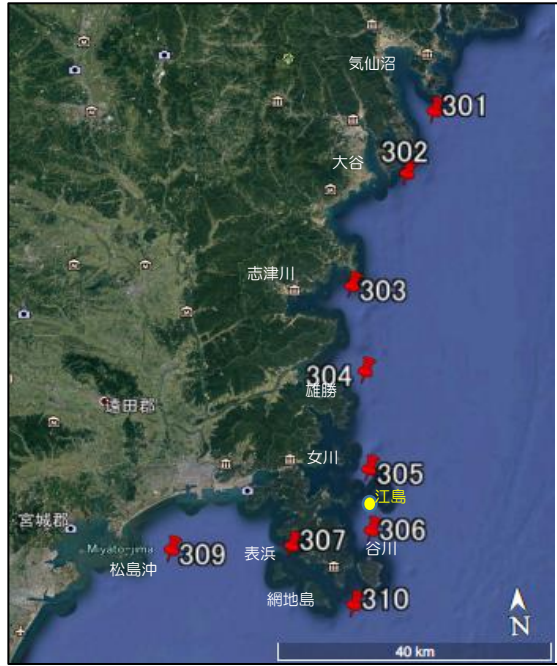


図 3.3-1 江島における4月の水温変化



水温観測位置図

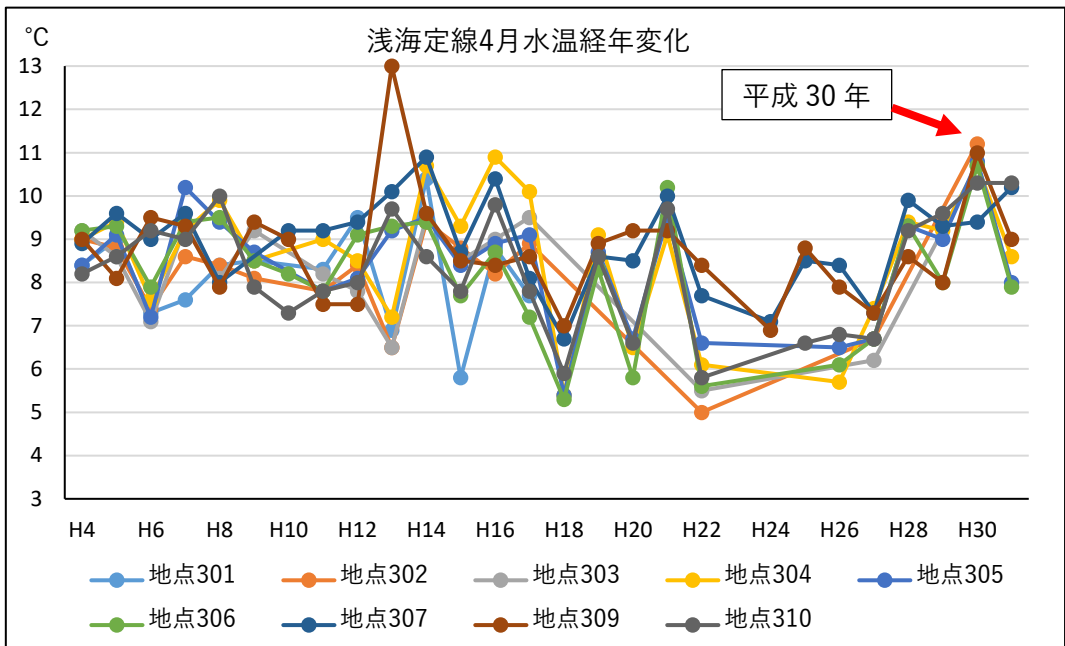


図 3.3-2 各観測点における江島と同時期の4月の水温変化

(2) 海域別の水温変化動向

図 3.3-に示した水温観測地点で測定された水温の経年変化を地点ごとに示した。

掲載した水温は、年間で最も低温となる3月、最も高温となる9月、水温の上昇が明確になる7月、水温低下の傾向が伺える11月の4ケースについて示している。

経年的に見た水温は明確な変動傾向を示していないが、太平洋岸(301~306及び310)の7月と11月の変動傾向を見ると、昭和60年以前は、11月の水温は7月の水温よりも低い傾向が認められるが(青丸)、昭和60年~平成17年の間はほぼ同様の水温となり、平成17年以降は7月の水温を11月の水温が上回るケースも認められる。(赤丸)

これは、平成17年以降、11月の水温が低下しにくい傾向にあるものと推察できる。

また、石巻湾内の307、309では、7月の水温が太平洋岸と比較して、3℃程度高くなっている。

(図 3.3-3 参照)

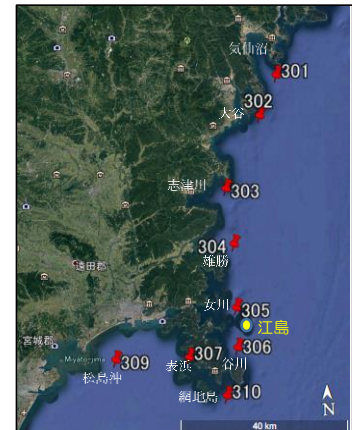
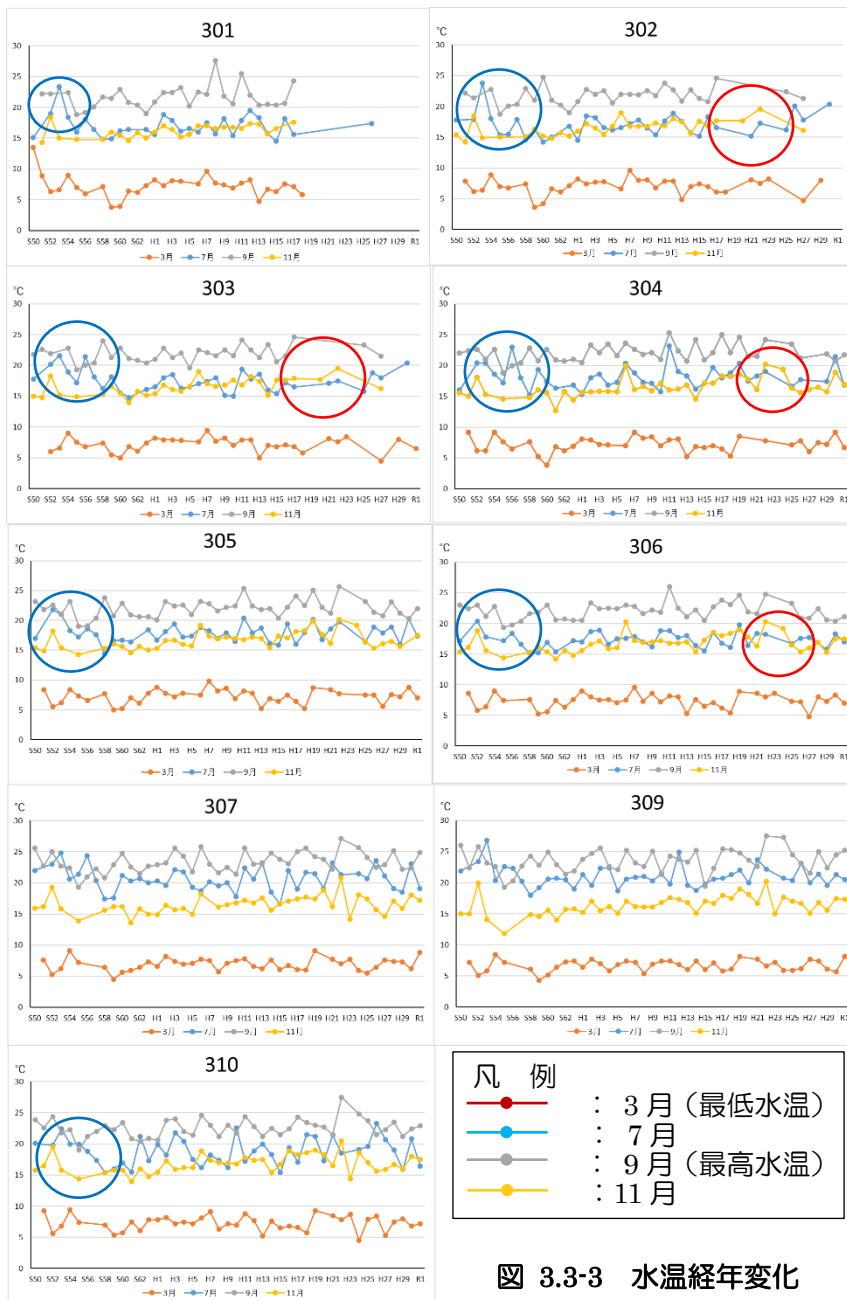


図 3.3-3 水温観測点

図 3.3-3 水温経年変化

3.4 水質

海域の水質状況を把握するために、宮城県が実施している公共用水域（海域）の調査結果を用いて、透明度、栄養塩類（全窒素・全リン）の時系列図を作成した。

整理した観測地点は、大島北沖、荒島沖、雄勝地先、桐ヶ崎、御番所崎沖、長浜沖、桂島、菖蒲田前の8地点である（図 3.4-1 参照）。

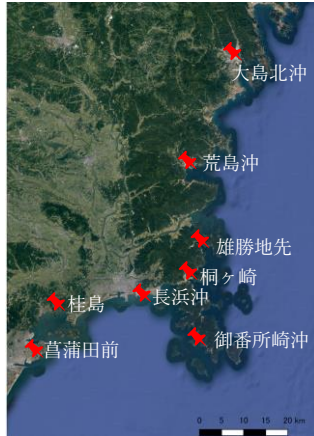


図 3.4-1 水質結果整理地点

(1) 透明度

- 透明度の経年変化をみると、太平洋沿岸に位置する大島北沖～御番所崎沖までは、5～10mで推移しているが、顕著な変化傾向はみられなかった（図 3.4-2）。
- 石巻湾に位置する長浜沖～菖蒲田前においても、5m以下で推移しており、大きな変化はみられなかった。

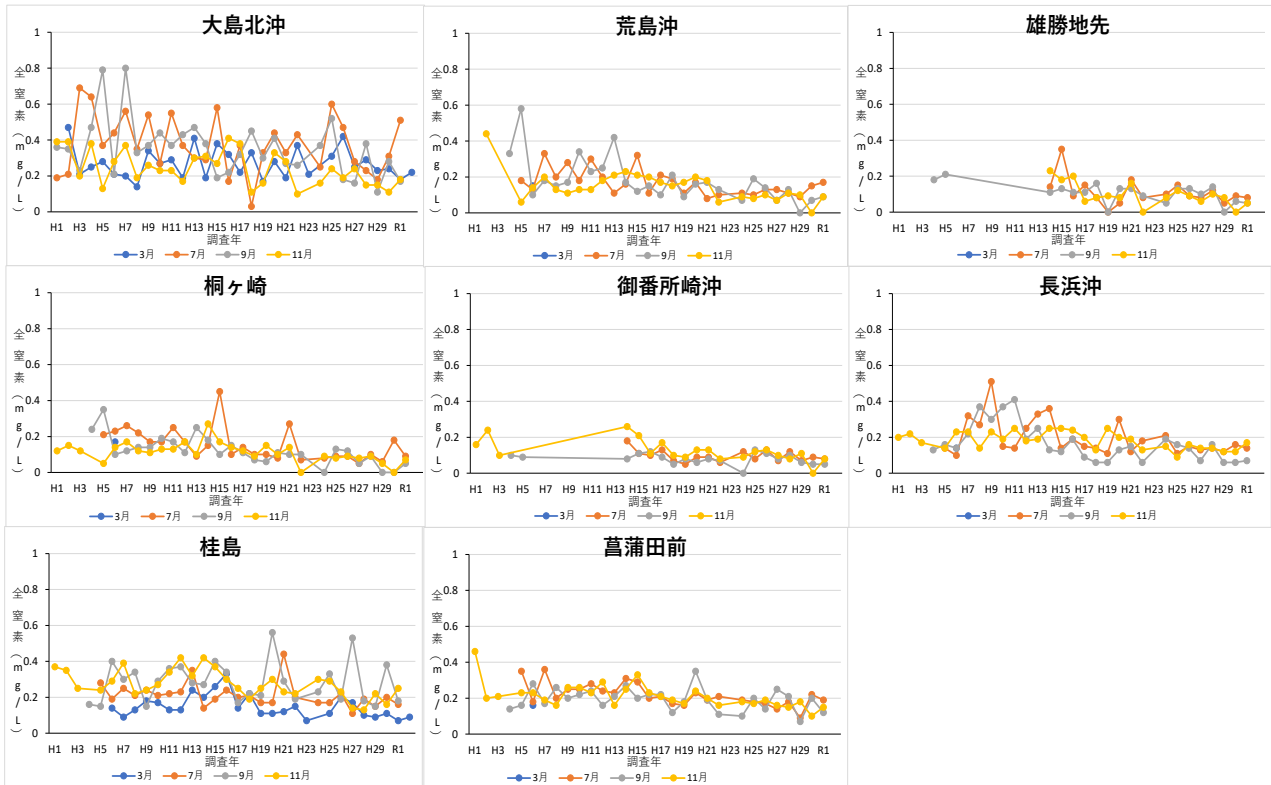


図 3.4-2 透明度経年変化

(2) 栄養塩（全窒素、全リン）

1) 全窒素

- 全窒素の経年変化をみると、経年的な変化傾向はみられないものの、一定の期間の比較では変化がみられた（図 3.4-3）。例えば、大島北沖以外の海域では、11月の全窒素は、平成11年～23年の水準と比べて、平成24年～令和元年は低位で推移していた（ $p < 0.05$ ）。
- 数値をみると、大島北沖と桂島が他海域よりも高い値（0.2～0.4mg/l）で推移していた。

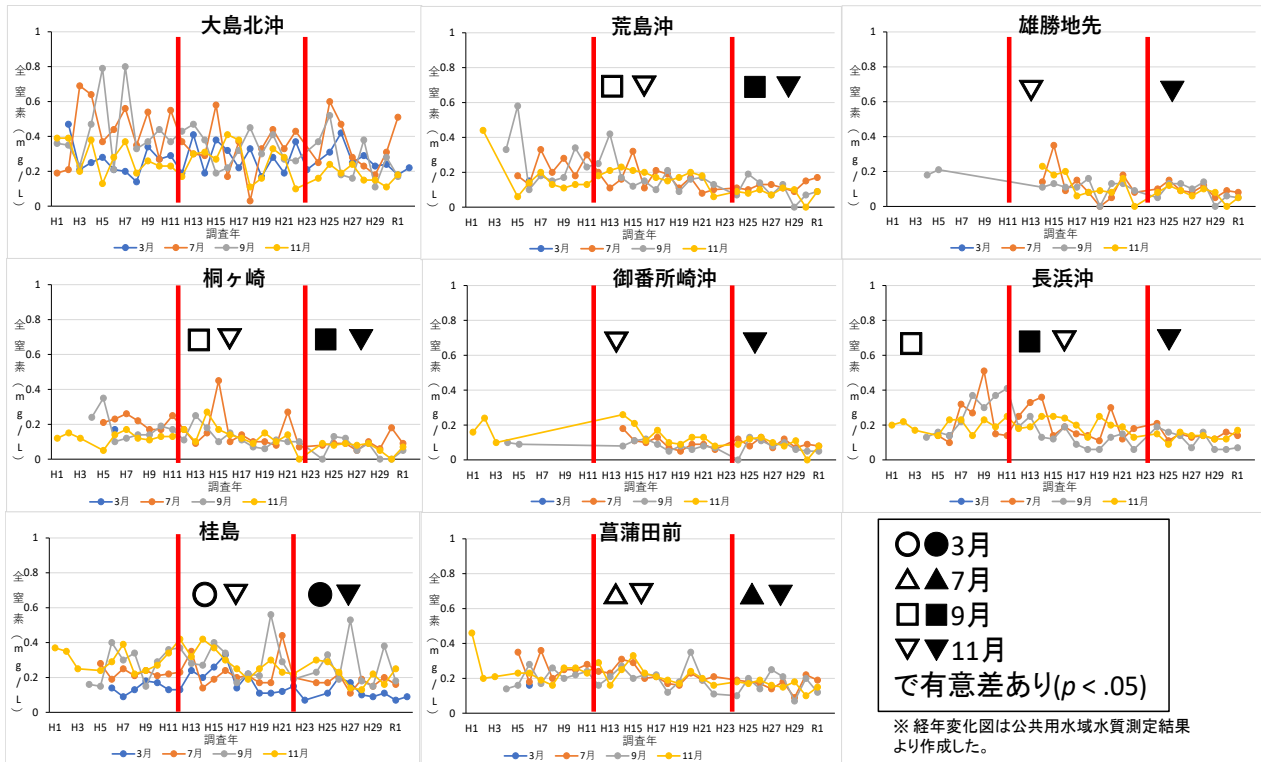


図 3.4-3 全窒素経年変化

2) 全リン

- 全リンの経年変化をみると、経年的な変化傾向はみられないものの、一定の期間の比較では変化がみられた（図 3.4-4）。例えば、荒島沖及び桂島は 11 月、雄勝地先沖と桐ヶ崎では 7 月の全リンは、平成 11 年～23 年の水準と比べて平成 24 年～令和元年は低位で推移した（ $p < 0.05$ ）。

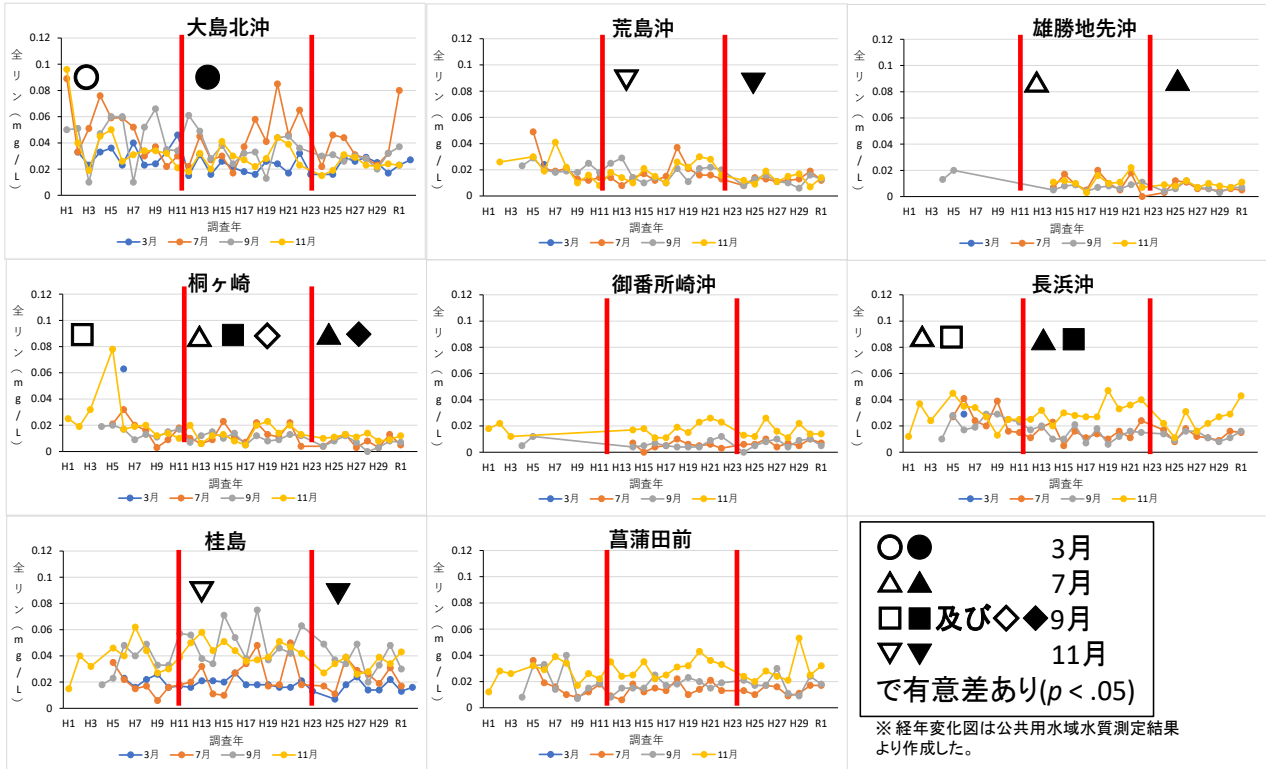


図 3.4-4 全リン経年変化

3.5 流況及び波浪

三陸沿岸の藻場に影響を与える流況として、親潮が挙げられる。また、海藻の物理的な生育環境として波浪も影響する。本項では、三陸沿岸に栄養塩を供給する親潮の動向と、宮城沿岸の波浪特性について示した。

(1) 三陸沖を支配する海流（親潮）

1) 親潮の概要

親潮は、千島列島に沿って南下して日本の東まで達する寒流で、日本の南を流れる黒潮とともに日本近海にみられる代表的な海流である。また、北海道東方や釧路沖、三陸沖などに存在する低温・低塩分で溶存酸素量が多く、栄養塩に富んだ水塊を親潮と呼ぶこともある。

北太平洋には北と南に大きな二つの循環があり、北側のものは親潮を含むもので、反時計回りに流れていて、亜寒帯循環と呼ばれている。南側のものは黒潮を含むもので、おおむね北緯 40 度以南を時計回りに流れていて、亜熱帯循環と呼ばれる。

亜寒帯循環はベーリング海を出ると東カムチャッカ海流として千島列島沿いを南西に流れ、その一部はオホーツク海に入り、オホーツク海を循環してウルップ海峡などから再び太平洋に出る。そのとき、千島列島沿いをそのまま南西に流れてきたものと、海水の交換・混合が起こり、親潮が生成される。

親潮は流れとしては弱く、流速は速いときでも 1 ノット(約 0.5m/s)を超える程度であるが、深いところまで流れがあるため流量は大きく、最近の調査では黒潮に匹敵する流量になりうることも分かってきた。本州東方海域では、親潮の水は舌状に南方に張り出して来ることが多く、このような舌状の冷水部を三陸地方の沿岸側から、親潮の沿岸寄りの分枝(第 1 分枝)、沖合の分枝(第 2 分枝)と呼ばれている。親潮は日本東方海域に達した後、大部分は亜寒帯海流として東に向かい、親潮の南側の端には親潮前線が形成され、この前線を境にして南北で水温、塩分が大きく異なる。

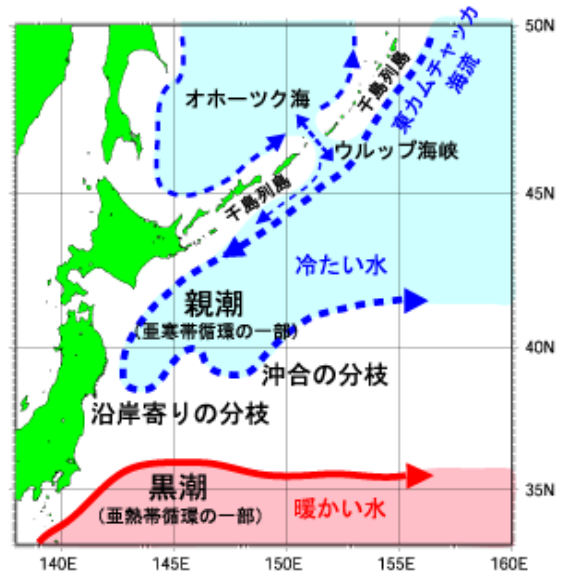


図 3.5-1 親潮の流れ

※ 図 3.5-1 は以下の気象庁ホームページより転載

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/hakodate/knowledge/oyashio.html>

2) 親潮の動向

① 親潮支配面積

図 3.5-2 は、東経 141 度～148 度、北緯 43 度以南における、深さ 100m の水温が 5°C 以下の領域の面積を計測して親潮の面積と定義して値を整理している。

図中の赤い線が親潮の面積の時系列（2017（平成 29）年 6 月～2020（令和 2）年 3 月）を示し、黄色の線は 1982（昭和 57）年～2010（平成 22）年の過去 29 年間の平均の推移を示している。

濃い青は 1982（昭和 57）年～2010（平成 22）年の 29 年間に出現した親潮の面積の上位 1/3 および下位 1/3 を除いた範囲を示し、薄い青は上位 1/10 および下位 1/10 を除いた範囲を示している。

なお、縦軸の 10^4km^2 は、おおよそ緯度 1 度×経度 1 度の広さに相当する。

この図を見ると、過去 29 年間の平均面積に比べて 2018（平成 30）年～2020（令和 2）年の間は全体的に親潮の支配面積が少ない傾向にあり、三陸沖への親潮の張り出しが少ないことを示している。

特に 2017(平成 30)年 12 月にはほとんど張り出していない状況が確認できる(赤丸参照)。

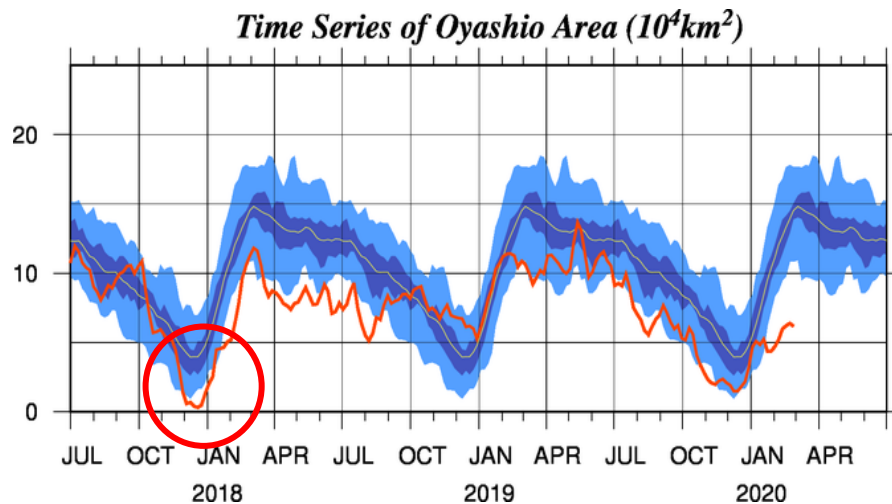


図 3.5-2 親潮面積の経年変化

気象庁ホームページ

https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo/oyashio/oyashio_area.html より転載

② 親潮と水面水温との関係

3.3 で示した水温変動の傾向から伺えた、冷水期の平成 26 年 4 月と、暖水期の平成 30 年 4 月の海流図及び水温分布を図 3.5-3 に示す。

冷水期の平成 26 年 4 月の親潮の流動は北海道南西岸を南下し、蛇行しながら本州東岸を南下して宮城県沖まで至っている。

この影響で、水温 6 度の等温線が宮城県沖まで南下しており、親潮から豊富な栄養塩類の供給があったものと推定できる。

これに対し、暖水期の平成 30 年 4 月の流動を見ると、親潮は黒潮の影響でできた暖水渦に妨げられて北海道南西岸に至る前に、主軸は南東方向へ蛇行しており、北海道南東岸を進む支流も、襟裳岬沖で明確な流路を絶たれている。

この影響で、宮城県沖では黒潮の暖水渦の影響を受けて、水温が低下せずに水温が 12℃以上となっている。

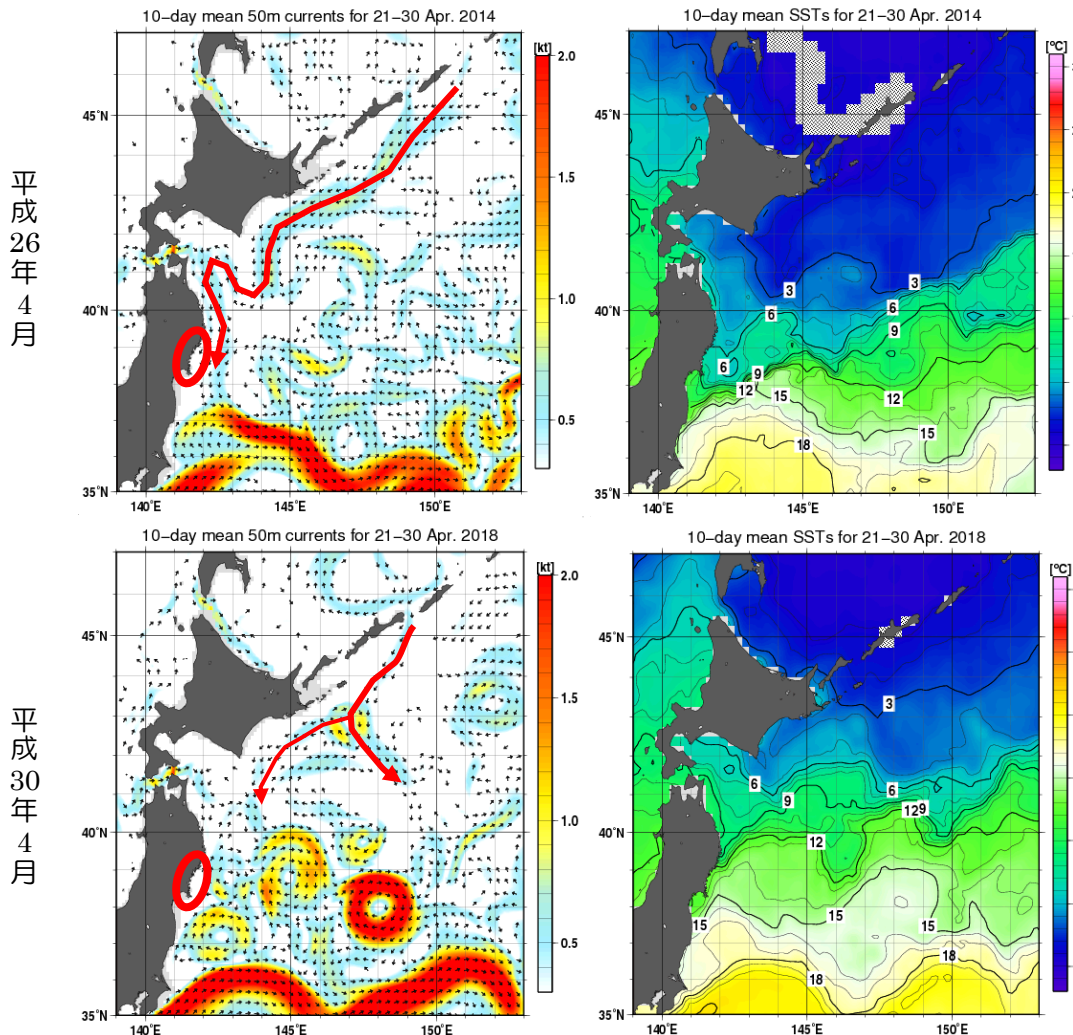


図 3.5-3 冷水期と暖水期の親潮流動と水温分布

(気象庁 <https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo> より転載)

(2) 沿岸の流れ

海上保安庁第二管区海洋情報部が作成した沿岸の流れ(流向・流速頻度統計分布図)を図3.5-4に示す。

この図を見ると宮城県太平洋沿岸の流れは、南三陸町以南でおおむね南方へ流れる傾向が示されている。

また、北部の気仙沼から南三陸町については、北東-南西の往復流が卓越していることが分かる。

(海上保安庁第二管区海洋情報部「沿岸の流れ(流向・流速頻度統計分布図)」より転載)

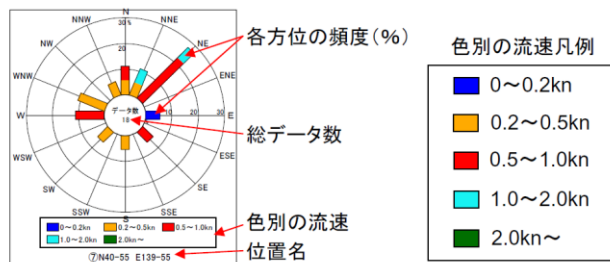
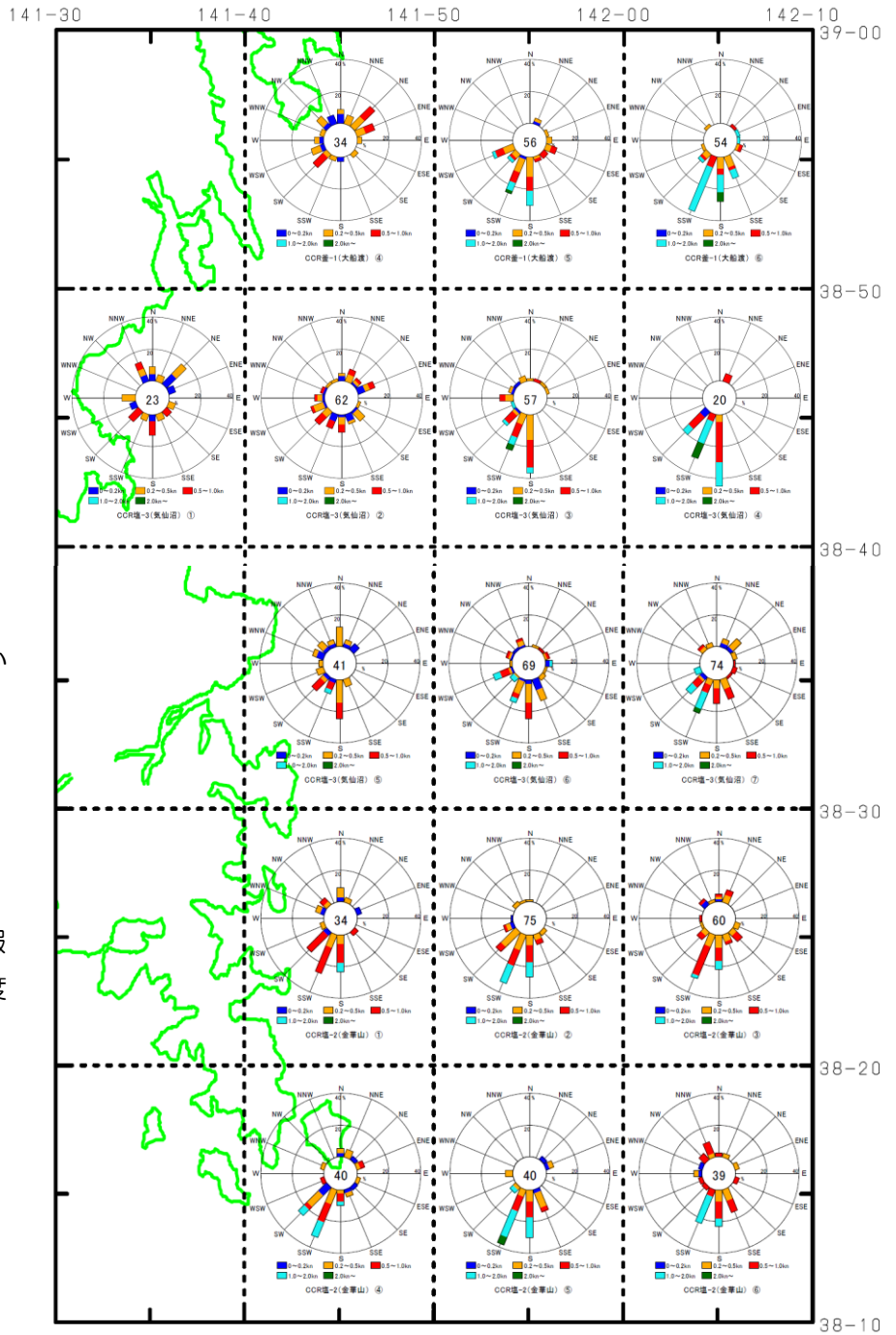


図 3.5-4 沿岸の流れ(気仙沼・金華山)

(3) 波浪特性

漁協ヒアリングの結果において、台風時などの波浪による影響で、藻場に影響があるとの意見があったことから、宮城県に來襲する波浪の状況を把握するために、仙台新港における過去10年程度の波浪記録を入手して月最大有義波高を抽出し、経年変化図を作成した（図 3.5-5 参照）。

この結果を見ると、平成19年～29年にかけて波高5mを大きく上回る波高は3度來襲しており、その要因は、台風が2回、爆弾低気圧が1回であった。その他にも波高5m程度の波が4回程度來襲しているが、來襲した最大有義波高の大半は波高4m以下であった。

また、経年的な変化動向を見ると、経年的に大きな変化はみられず、藻場に及ぼす高波浪による物理的な影響は変化がないと考えられた。

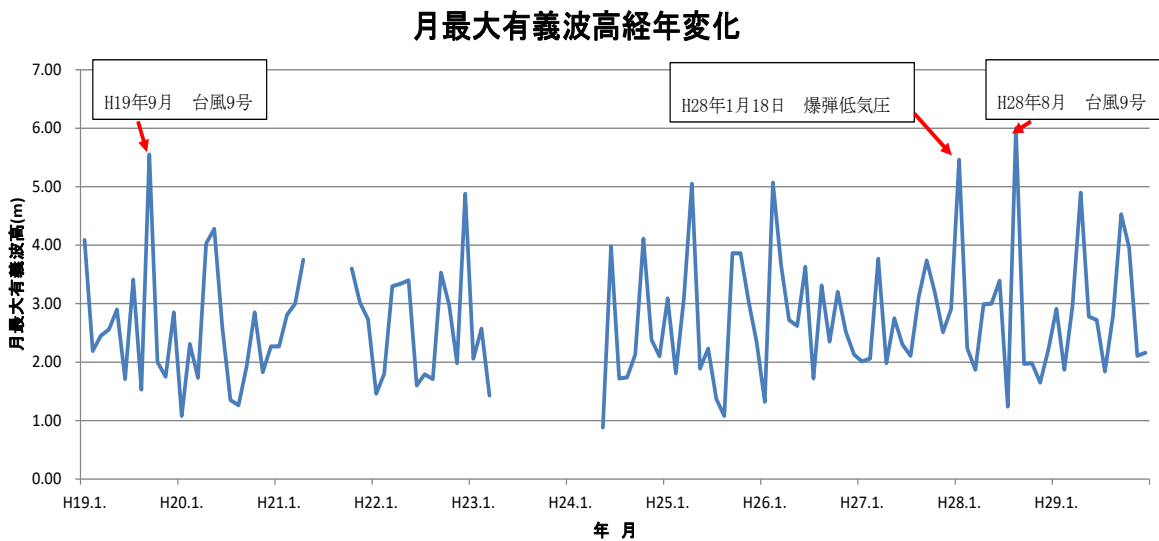


図 3.5-5 仙台新港における月最大波高の経年変化（平成19年～平成29年）

3.6 食害生物の分布状況

漁協ヒアリング結果、県下における植食性生物の分布状況を以下に示した。

(1) ウニ類

- 漁協ヒアリング結果によると、ウニの種類はキタムラサキウニが大半を占めており、全体の46%に当たる20地区においてキタムラサキウニの増加が指摘された（図 3.6-1 参照）。
- キタムラサキウニが80%（34/43地区）、バフンウニが51%（22/43地区）の地区で確認されており、太平洋岸の唐桑から表浜に至る沿岸と、石巻湾で確認されていた（図 3.6-2 参照）。
- また、キタムラサキウニの増加を報告している海域は、太平洋沿岸に直接面した海域に多く、女川湾内などでは減少している海域もあった。

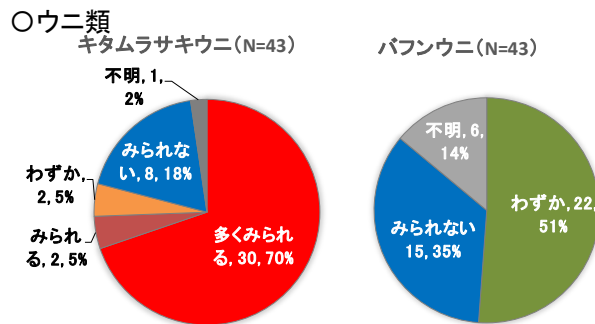


図 3.6-1 ウニ類の状況

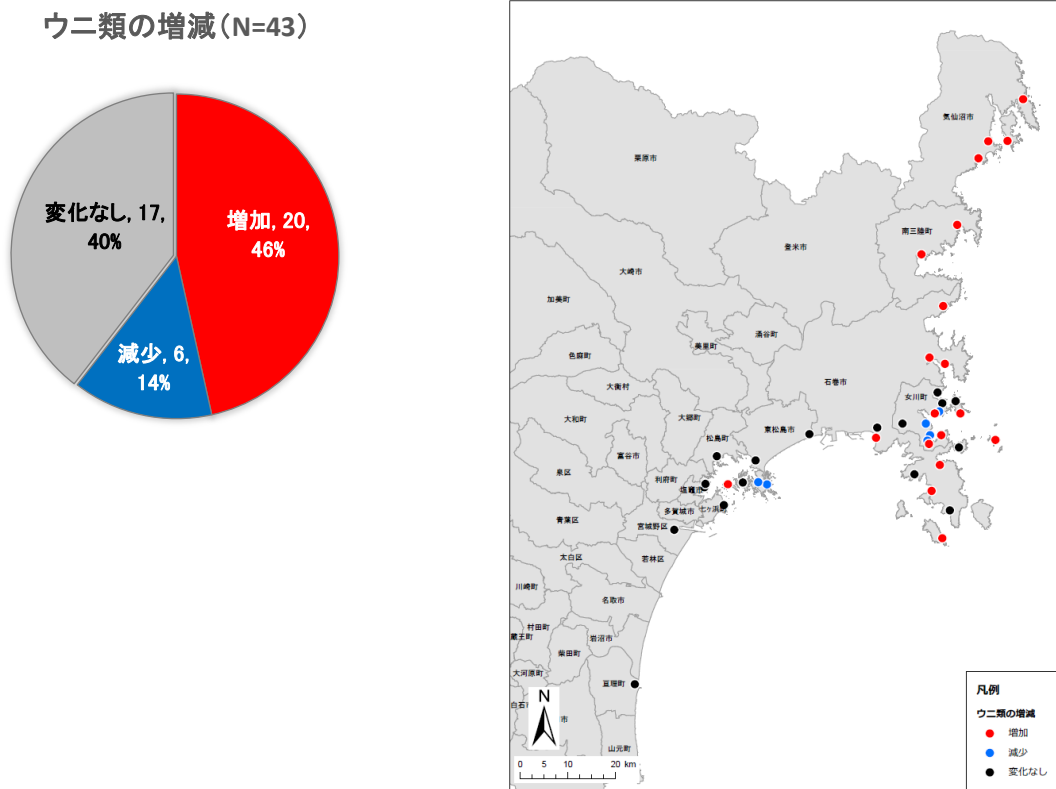


図 3.6-2 ウニ類の増減分布状況

(2) 植食性魚類

1) 植食性魚類の確認

- 植食性の魚類としては、メジナが多くみられており、その数は 23 地区であった。また、アイゴ、ブダイは 1 地区のみで確認されていたが、両者ともに体長が 15cm 程度であり、再生産は行われていないと考えられた（図 3.6-3 参照）。

○植食性魚類

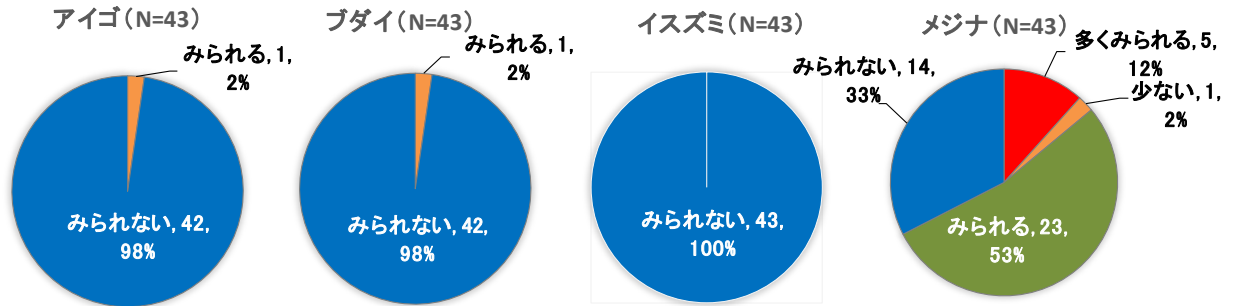


図 3.6-3 植食性魚類の状況

2) 植食性魚類の増減

- 植食性魚類の増減については、平成 22 年と比較して約半数の 24 地区で変化なしとされており、増加とした地区が 4 地区で、減少を報告した地区が 10 地区であった（図 3.6-4 参照）。

植食性魚類の増減 (N=43)

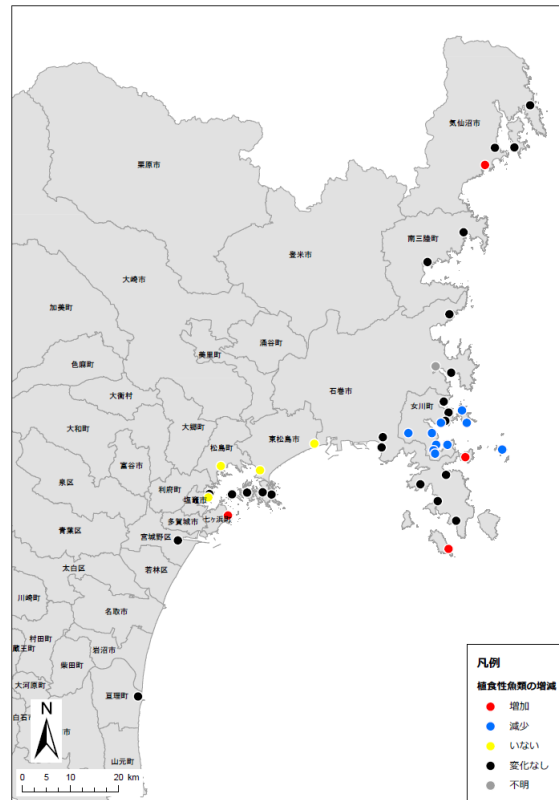
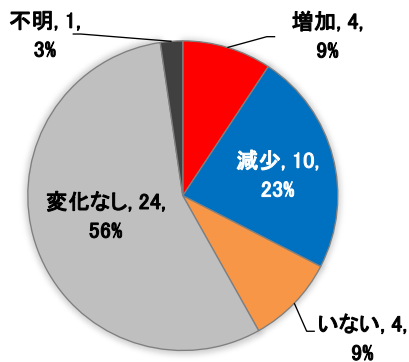


図 3.6-4 植食性魚類の増減

3.7 水産生物の産卵親魚や幼稚仔魚の生息状況

- 漁協ヒアリングの結果、県下における水産生物の産卵親魚や幼稚仔魚の生息状況を以下に示した(図 3.7-1 参照)。
- 水産生物や幼稚仔魚としては、22 種が挙げられ、藻場の重要性が感じられていた。
- 22 種の中には、宮城県を代表するエゾアワビやキタムラサキウニのほか、サワラやタチウオなど、藻場を餌場等、生活史の一部で利用すると考えられる種も含まれていた。

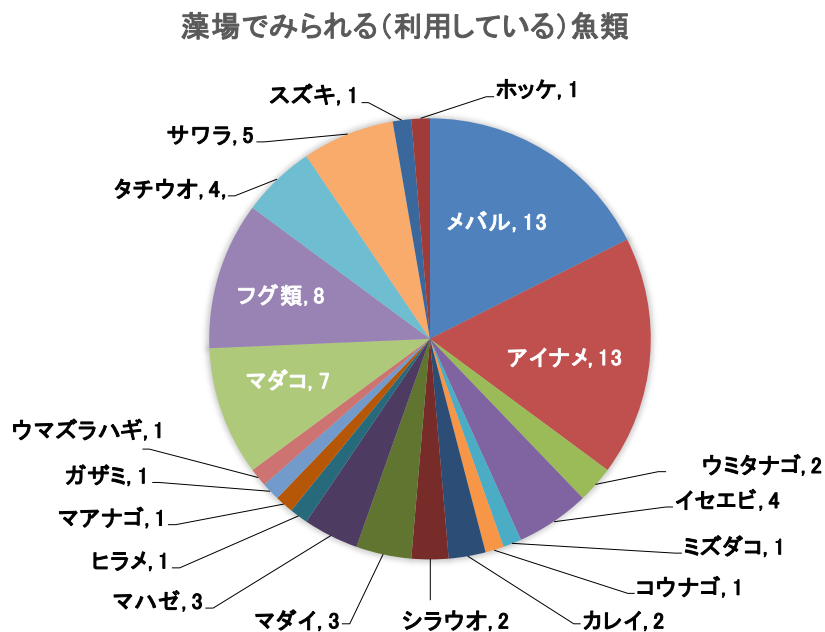


図 3.7-1 水産生物の産卵親魚や幼稚仔魚の生息状況

3.8 藻場衰退要因及び海域環境の把握

以上のデータ整理結果から、海域環境の変化及び藻場衰退要因について、以下のことが明らかとなった。

(1) 海域環境の変化

1) 藻場の衰退

アラメ、コンブ等は沿岸全域で衰退傾向にあり、コンブは消失した地区もみられた。また、衰退傾向は平成 26 年以降が顕著であったとの情報が多かった。

2) 物理環境

親潮の離岸頻度が高くなることで、宮城県沿岸の水温上昇頻度が上がりつつあるとともに、親潮から供給される栄養塩類の量が低下傾向にあると推測された。

波浪環境については、経年的な変化は認められなかった。

3) 生態環境

植食性生物は、ウニ類が大半を占め、その数も増加しつつあった。魚類についてはメジナ類などが存在するものの、過去からみられているため、藻場への影響は大きくないと考えられた。

(2) 藻場衰退要因

宮城県沿岸の藻場は、平成 27 年と比較して全体で約 46%減少しており、その要因として以下が挙げられた。

1) 親潮の離岸頻度の増加

親潮の離岸頻度が高くなることにより、以下の環境が形成されて藻場の衰退現象が生じている。

a. 海藻への影響

以下の影響により海藻の生産速度が低下する。

- 親潮からの栄養塩の供給が絶たれて海藻の生息環境が劣化する。
- 冷水の供給が不足して海域が高温化することで、海藻の生息環境が劣化する。

b. ウニ類（キタムラサキウニ）への影響

以下の影響により摂食量が増加する。

- 漁協ヒアリングによると一部ではキタムラサキウニが増加しており、海藻の摂食量が増加している。
- 親潮の離岸頻度が増加し、高温化することで、キタムラサキウニの摂食行動が活性化し、摂食量が増加している。

c. 複合的影響

上記の a, b の複合的影響により、キタムラサキウニの摂食のスピードが海藻類の生産スピードを上回り、海藻の衰退現象が発生する。

4 藻場ビジョンの策定

4.1 対策対象種

- 漁協ヒアリングの結果、藻場の保全・創造対策対象種として、マコンブ、アラメ、アカモクの3種が挙げられた。
- これを踏まえて対策対象種の選定を磯焼け対策会議で検討した結果、「宮城県においてマコンブは、2040年代（今後20年後）には生息できなくなるといわれているものの、今後10年間の対象種としては水産的価値の観点からも対象とすべきである」との有識者の指導を受けて対象種を決定した。
- 以上より、対策対象種は、マコンブ、アラメ、アカモクの3種とすることとなった。
- なお、ワカメは、対象種として選定しないものの成長が早いため、ウニの摂食圧を吸収して対象種の成長を促進するために、対象種と混生させることとした。



マコンブ



アラメ



アカモク

4.2 長期的な目標の設定

(1) 目標設定の考え方

宮城県沿岸は、牡鹿半島より南側は主に砂浜域であり、岩礁性藻場の造成適地とは言い難い。一方、牡鹿半島の北側は三陸リアス式海岸の一部となっており岩礁域を主体とするが、急峻な地形のため、近年の親潮分枝の離岸頻度が高まる状況下における藻場が形成される条件である浅場（水深 2m 以浅）は、ごく少ない。また、気象庁（2015）は、今後の海水温の長期変化傾向は、100 年あたり、0.6~3.1℃程度の上昇を予測しており、今後ますます、藻場の形成が難しくなる可能性がある。

このような状況において、目標設定は以下のとおりとした。まず、高水温になっても消失しない頑強な核となる藻場をハード整備により 21ha 造成する。次に核となる藻場から各湾へ藻場が拡散し、それをソフト対策により維持することによって、平成 27 年度の藻場分布範囲まで拡大することを想定して、目標値を設定した。

(2) 長期的目標

上記の考え方に従い、令和 11 年の県下における岩礁性藻場面積の目標値を 1,770ha と設定した。

表 4.2-1 藻場ビジョンの長期的整備目標

単位：ha

項目	平成 7~8 年※1	平成 27 年	令和元年 (現在)	令和 11 年 (目標値)
岩礁性藻場面積	4111.5	1954.8	867.7	1770.8
ハード・ソフト対策による 核藻場面積	0	0	0	21.1※2

※1 平成 7~8 年は、ヒアリング調査結果による値であるため参考値である。

※2 整備直後には藻場が形成されるが、数年後には藻場が衰退する事例があるため、維持管理が重要となる。維持管理については、5 章に詳細を記載した。

なお、ハード・ソフト対策による核藻場面積の内訳は、表 4.2-2 のとおりである。

表 4.2-2 ハード・ソフト対策による核藻場面積の内訳

項目	令和 11 年度 (目標値)	備考
ハード整備による場造成面積	5.2ha	・着定基質設置
ソフト対策による藻場造成面積	15.9ha	・種の供給 ・ウニ類の除去
計	21.1ha*	

4.3 対策方針（ハード対策とソフト対策の一体化）

磯焼けの要因である「親潮離岸による海藻類の生産速度の低下」と「ウニ類の摂食量の増加への対策」を踏まえた、ハード対策とソフト対策を一体的に推進し、藻場を回復、保全、創造することで、核となる藻場を形成し、親潮離岸期においても生殖細胞が海域に供給され続け海域全域へ藻場が拡大することを目指す対策方針とした（図 4.3-1 参照）。

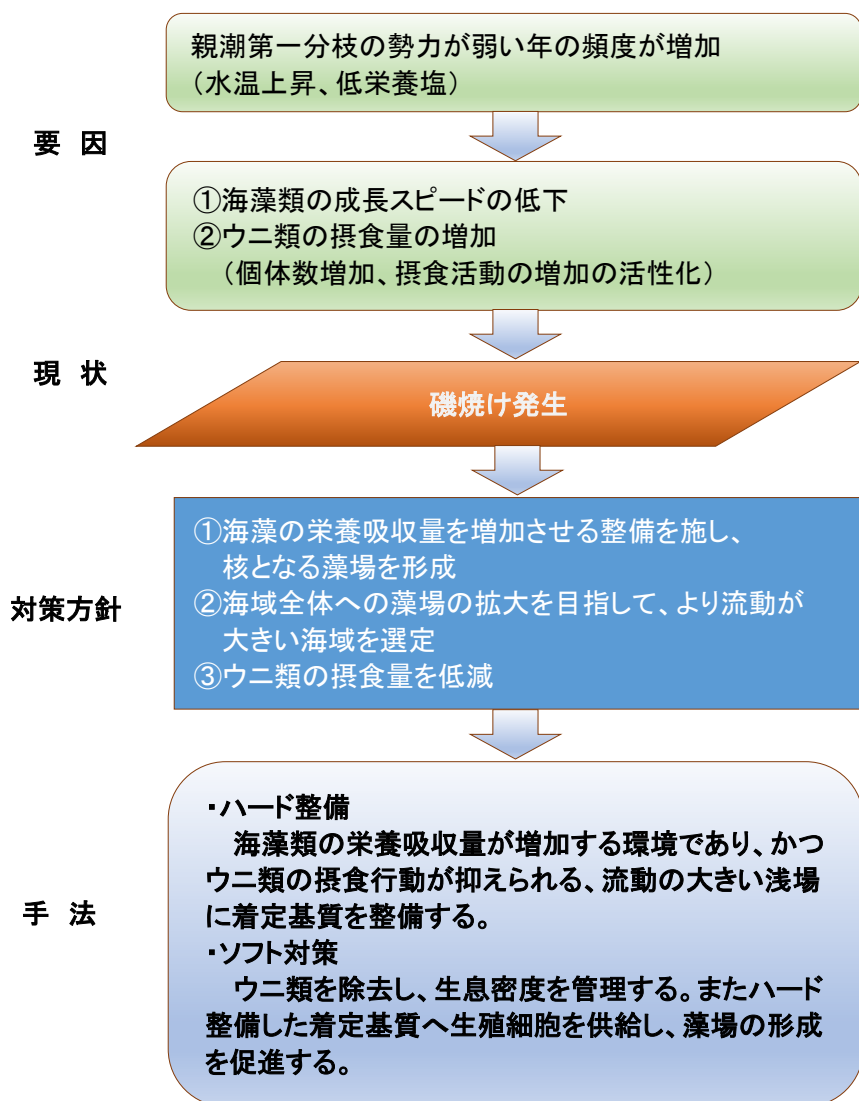


図 4.3-1 対策の基本方針

4.4 対策実施候補地の選定

(1) 整備要望の抽出

県全域の藻場をより効果的、効率的に保全・創造するという基本方針に従い、対象実施候補地は、漁協ヒアリング結果から整備要望のある地区を選択し、各地域の現状と課題を整理した上で、対策候補地を抽出した（表 4.4-1 参照）。

表 4.4-1 整備の要請があった支所・地区

市町	区分(漁協、支所、地区)	漁協	藻場造成の要望 ①～⑤	理由	課題
気仙沼市	支所	唐桑支所	②	・維持管理は人件費がかかるので、費用補助があればやりたい ・滞りをやっている漁業者は少ない。 ・忙しいので維持管理は難しい	・養殖業が大きな収入源であり、磯根をやる動機付けが低い
	支所	気仙沼地区支所(気仙沼地区)	②	・本所の指導がないとやりにくい。目標利益を達成していないので要望(予算)を出しにくい。	・確実性がほしい
	地区	気仙沼地区支所(大島地区)	①	・養殖のみではやっていけないので、収入源として磯根が重要 ・体制づくりは呼び掛けてなんとか	・原因が不明で、対策が不明確
南三陸町	支所	歌津支所	②	・維持管理は補助がなければ動けない ・試験的な実施であれば漁協に指導する人材が必要	・ブロック投入は効果がでない可能性が高い
	支所	志津川支所	①	・浜を自由に使ってよい。対策アイデアあり(静穏域でのハード整備、アワビ放流場の整備)＋ウニ畜養	・潜水士の育成や機材の確保に資金が必要
石巻市	支所	雄勝町東部支所	①	・次世代のため ・浜を自由に使ってよい(5地区とも)。体制も整備できる。ウニの畜養整備、アカモク増造成等 ・ウニのためマコンプを給餌したい	・アカモクの造成方法が分からない
	支所	網地島支所	①	・磯焼けを克服、ウニや魚類の産卵場。 ・少ないが若手もいるので、対策の重要性を伝え協力体制を構築できると思う。	・若手が少ないので、継続的なメンテナンスは難しい可能性がある。 ・身の丈(資金・実施者数、方法)にあった対策が理想
	支所	香瀬前網支所	①	・藻場重要、前向きにやっていきたい ・16才～50才の青年部16名	・原因が不明で、対策が不明確
	支所	谷川支所	①	・ウニの身入り充実	・天然ウニが多すぎる。自分達の生業の分を取り上げ効率的に利用することが最適であり、それが磯焼け対策になる
	支所	表浜支所	①	・藻場が減少して困っている ・主体となって体制構築できる	・予算が必要であれば他の予算と組み合わせ
	支所	石巻地区支所	②	・現在、水産多面的予算でソフト対策を実施予定であり、こちらに期待しているため、ハード整備は特に望まない	
塩釜市	支所	七ヶ浜支所	①	・(花瀬地区)減少したアラメの回復。 ・(松ヶ浜地区)岩礁が少ないので築造してほしい	・(花瀬地区)磯場周辺がノリ養殖場になるので整備が困難か?
女川町	地区	指浜	①	・磯焼けの原因を知りたい。 ・石灰藻がなぜ増えているのか知りたい。 ・日糧があれば手伝える	・原因が不明で、対策が不明確
	地区	尾浦	②	・磯焼け対策による漁業者へのメリット(魚類、ウニアワビ増加)が分かるストーリーとすることで、漁業者の協力がえられるのではないか ・ウニ駆除では利益があげられないのでモチベーションが上がらない。 ・事業に協力する際に発生する経費は漁業者負担にならないようにしてほしい	-
	地区	竹浦	①	・海藻は増えて欲しい、増やして欲しい。 ・磯焼け対策の維持管理には協力できると思う。ダイバーの協力が可能かも知れない。	・陸域からの栄養塩類が減少したために減少したのではないかと
	地区	桐ヶ崎	①	・海藻は磯根資源の増大のために増やしたい気持ちはある。 ・藻場造成は、浜単位ではなくて支所や県全体で実施すべき。 ・海藻類の管理や活動の体制について、自らの藻場を守るという意識づくりをする必要がある。	・母業の投入が必要
	地区	高白浜	②(やりたいが原因が不明で対応困難)	・磯焼け対策を実施したいという意思はあるが、磯焼けの原因が明確ではないため何をすればいいかわからない。	・原因が不明で、対策が不明確
	地区	横浦	②(やりたいが原因が不明で対応困難)	・まずは原因を知りたい	・原因が不明で、対策が不明確
	地区	大石原浜	②(やりたいが原因が不明で対応困難)	・磯焼け要因が不明であるため	・高齢化
	地区	飯子浜	①(可能な範囲で対応可能)	・ホヤ養殖など自らの漁業もあるが、可能な範囲で磯焼け対策に協力したいと思う	・継続的な実施についてどの程度まで負担できるかはやってみないとわからない。
	地区	塚浜	①(可能な範囲で対応可能)	・海藻を増加させたい。効果あるのならば鉄鋼スラグにも興味がある。 ・磯焼け対策に効果があるのならば、漁業者で維持管理活動に協力できる。 ・投棄扱いにならないのであれば、ワカメ残渣を流したい。	・原因不明
	地区	出島	①	・増殖種の維持管理に協力できる ・無節サンゴモが影響していると思う ・特に震災後はウニによる食害で新芽が生えてこない	・特になし
	地区	寺間	①	・藻場は必要だと考えている ・アワビは出島、江島が多い(ので対策はどちらかで実施すべき) ・静穏な場所もある	・特になし
	地区	江島	①	・江島の北部の浜の辺りなら事業場所として提供できそう。 ・藻場はすぐにでも増やしたい。	・特になし

①やりたい(維持管理体制も構築できる)、②やりたいが事業費の支援がある、③事業費が無いと何とも言えない、④藻場の減少を感じていない、⑤干満の対策を希望

(2) 要望地域の位置

整備の要望があった支所・地区（24ヶ所）の位置を図 4.4-1 に示した。

図中の要望箇所名が赤色文字の支所・地区は、要望ランク①（維持管理体制構築可能）の地区（17地区）であり、黒色文字の支所・地区は、要望ランク②（やりたいが、支障がある）の地区（7地区）である。

これを市町別に示すと以下のようになり、女川町や石巻市からの要望が多い。

- 気仙沼市
 - ①：大島地区
 - ②：唐桑支所、気仙沼地区
- 南三陸町
 - ①：歌津支所
 - ②：志津川支所
- 石巻市
 - ①：雄勝町東部支所、網地島支所、寄磯前網支所、谷川支所、表浜支所
 - ②：石巻地区支所
- 七ヶ浜町
 - ①：七ヶ浜
- 女川町
 - ①：指浜地区、竹浦地区、桐ヶ崎地区、飯子浜地区、塚浜地区、出島地区、寺間地区、江島地区
 - ②：尾浦地区、高白浜地区、横浦地区、大石原浜地区

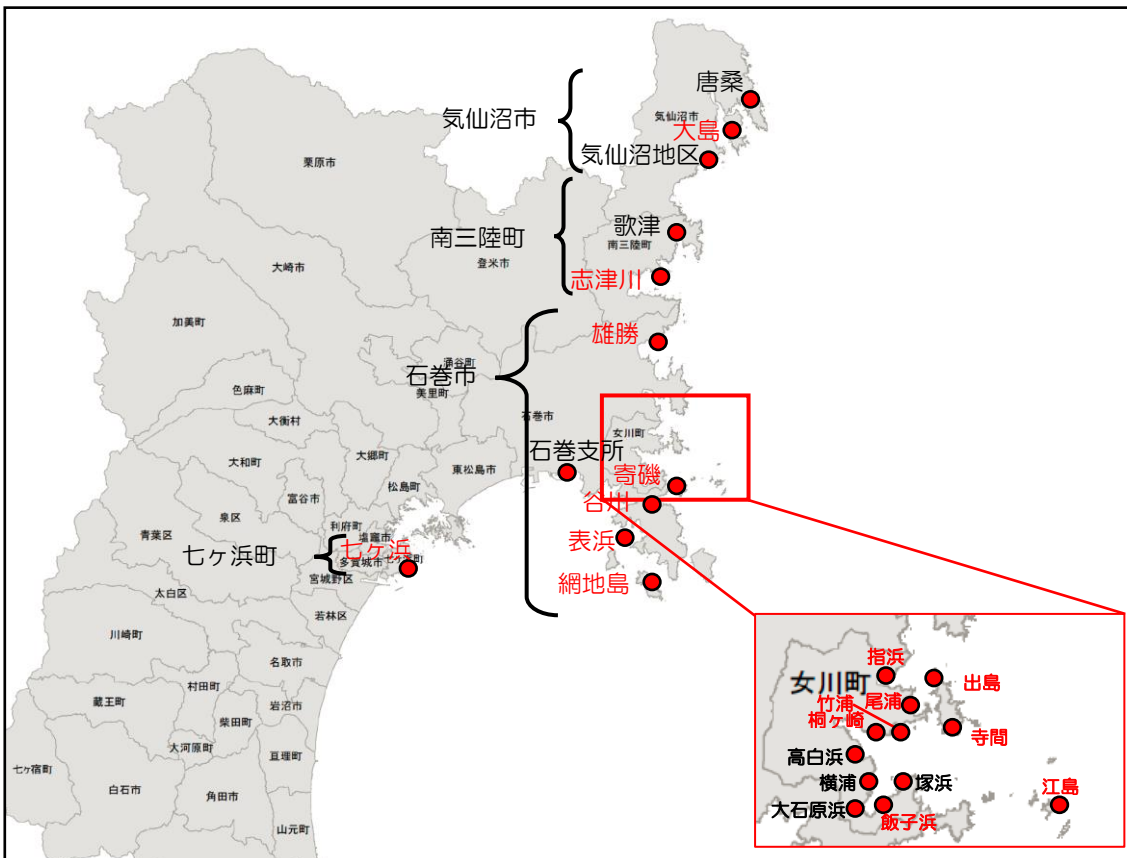
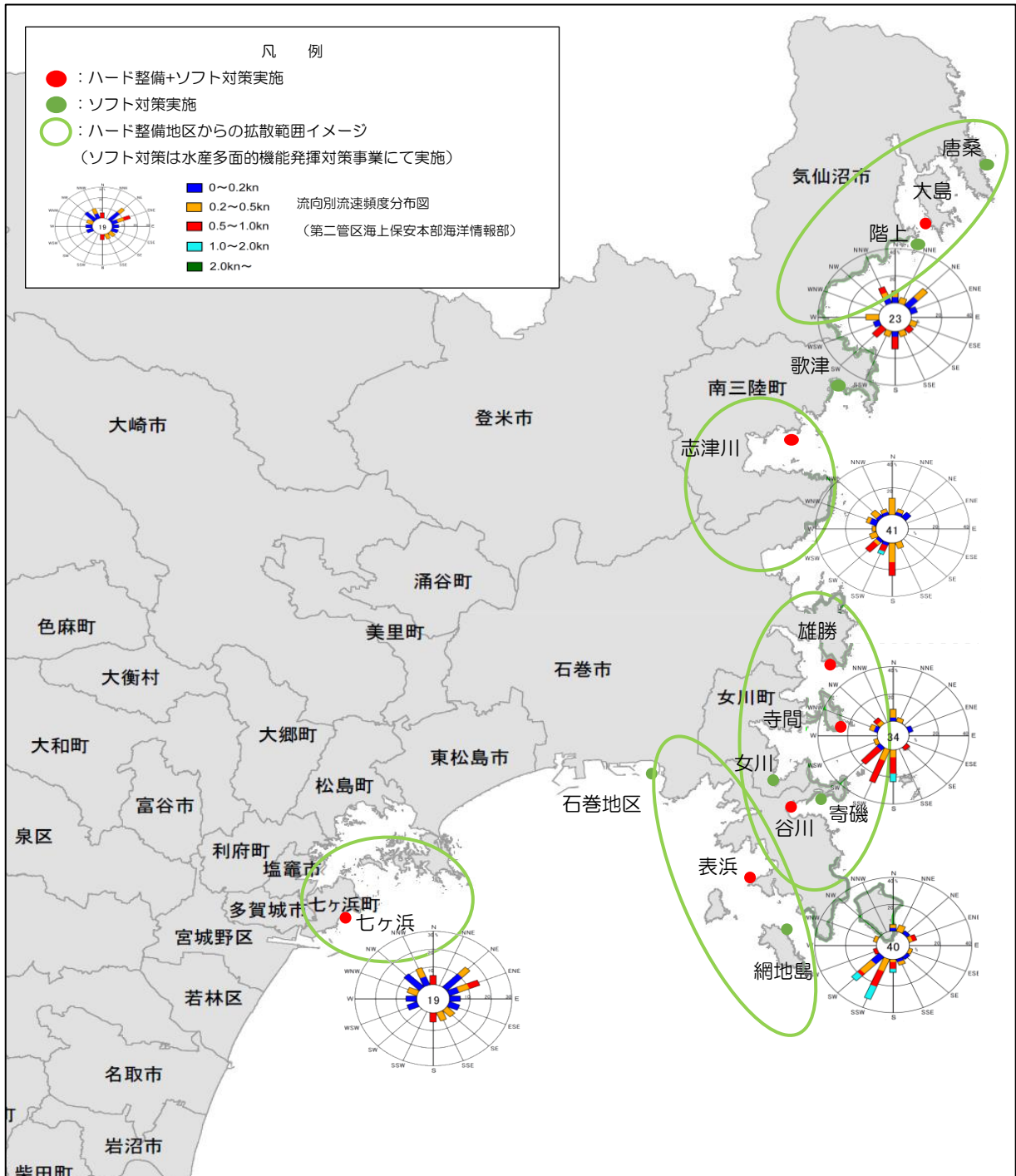


図 4.4-1 整備要望地域の位置

(3) 対策実施候補地の整備による種の拡散イメージ

整備要望地区を平面図にプロットし、沿岸の流れを踏まえた生殖細胞の拡散イメージと、本ビジョンの目標である「本県北部及び中部沿岸を対象として実効性のある効率的な藻場の創造・保全を目指す」ことを踏まえて、各湾への藻場の拡散が期待できることを確認した上で、整備要望地区（維持管理体制構築可能）を対策候補地とした（図 4.4-2 参照）。

なお、整備要望が集中した女川湾については、湾口に位置し、流動性が高く、女川湾への藻場の拡散がより期待できる寺間を整備対象地とした。



※流向別流速頻度分布図は、平成 13 年から 18 年にかけて所属船舶によって調査されている。

図 4.4-2 対策実施候補地の整備による種の拡散イメージ

(4) 対策実施候補地の現状と課題

設定した対策実施候補地を見ると、以下の3つの要因によって藻場の衰退が発生している。

- ① ウニ食害の少ない適地で、着定基質が少なく藻場の拡大が望めない海域。
- ② 震災による基盤沈下で海況が変化してウニの食害が顕著になった海域。
- ③ ウニの増加により、ウニの実入りが低下して漁獲意識の低下が懸念される海域。

表に示した9ヶ所のうち、網地島と寄磯前網についてはウニの除去で回復が期待されることから、ソフト対策により対応することとし、残りの7か所に対してハード整備を行うことにした。

表 4.4-2 対策実施候補地の現状と課題

支所・地区	藻場造成の要望	要望する理由と現状	対策実施における課題	藻場分布域	藻場衰退の程度	藻場衰退時期	衰退要因
気仙沼地区支所 (大島地区)	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・養殖のみではやっていけないので、収入源として磯根が重要 ・体制づくりは呼び掛けてなんとかなる	原因が不明で、対策が不明確	減少	・海藻の付きやすい箇所ではコンブ・ワカメ・アカモクの下限水深5m、付きにくい箇所ではコンブの下限水深1m(H20海藻健全)→よい箇所ではワカメ・ケウルシグサ3~4m、悪い箇所ではアラメ1m、潮間帯のみウミトナリノオ(R1)	H30は最悪	・潮のせい
志津川支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・浜を自由に使ってよい。 ・対策工のアイデアもある(静穏域でのハード整備、アワビ放流場の整備)+ウニ畜養 ・次世代のため ・ウニのためマコンブを給餌したい	潜水士の育成や機材の確保に資金が必要	減少	減少傾向にある	平成13年頃から	ウニ、ツブの除去→藻場回復(H14から)のため、食害が要因ではないか
雄勝町東部支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・浜を自由に使ってよい。体制も整備できる。ウニの畜養整備、アカモク場造成等 ・磯焼けを実感、ウニや魚類の産卵場。 ・少ないが若手もいるので、対策の重要性を伝え協力体制を構築できると思う。	アカモクの造成方法が分からない	減少	・マコンブの分布下限変化 H22:6m→R1:3m ・マコンブ場が消失した場あり	震災以降減少	・ウニ増加のためか
網地島支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・藻場重要、前向きにやっていきたい ・16才~50才の青年部16名	・若手が少ないので、継続的なメンテナンスは難しい可能性がある。 ・身の丈(資金・実践者数、方法)にあった対策が理想	減少	・アラメ分布下限 ・震災前:2m、震災直後:3m、現在1.5m	H25以降特に減少	・ウニの食害
寄磯前網支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・天然ウニが多すぎる。自分達の生業の分を取り上げ効率的に利用することが最適であり、それが磯焼け対策になる	特になし	減少	・分布域は同じだが、分布下限が変化 ・H13:10m、H22:7~8m、H23-5:10m、R1:5m	H26以降	・ウニの食害
谷川支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・ウニの身入り充実	・天然ウニが多すぎる。自分達の生業の分を取り上げ効率的に利用することが最適であり、それが磯焼け対策になる	減少	・アラメ下限水深 ・H22:10m、H29:7m、R1:2~3m	R1	・水温変化やウニ食害
女川町支所 (寺間地区)	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・藻場は必要だと考えている ・静穏な場所もある ・アワビは出島、江ノ島が多い(ので対策はどちらかで実施すべき)	特になし	減少	・平成25年以降アラメは被度が低下している。		・ウニによる食害や親潮の接岸が少ないことだと考えている。
表浜支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	・藻場が減少して困っている ・主体となって体制構築できる	・予算が必要であれば他の予算と組み合わせ	減少	・アラメ下限水深変化 ・H25まで:10m、R1:3m分布域は変化なし。アカモク、ワカメ、アマモも変化なし	H25以降徐々に	不明
七ヶ浜支所	対策を希望(維持管理体制も構築できる)	(松ヶ浜地区)岩礁が少ないので築造してほしい	特になし	減少	H27の知見とR1は同様。震災前はH7と同様	震災後	不明

表 4.4-3 対策内容整理表

No	漁協	対策要望		磯焼け要因 《調査後》	望ましい対策(ハード)			望ましい対策(ソフト)			漁業者での実施の有無(維持管理) ○or×	課題	
		ハードソフト 指定なし	対象場所 コメント		潜堤整備 (流れ抑制工)	砂質への着定基質整備	浅場への着定基質整備	ワカメ海中林	ウニ除去	ウニフェンス		ワカメ残渣	漁業者
1	気仙沼地区支所 (大島地区)	指定なし	指定あり 藻場回復を望む	地盤沈下による流れ変化→底質変化→ウニ食害	○			○			○		対策工は、シミュレーションによる検討が必要
2	志津川支所	ソフト(アラメ海中林)	なし	ハードは漁業者調整、役場調整困難	○	○		○			○		対策工は、シミュレーションによる検討が必要
3	雄勝町東部支所	指定なし	指定あり 既往ブロック利用、アカモク創造	ウニ食害		○		○			○		
4	網地島支所	ソフト	指定あり 藻場回復を望む	ウニ食害				○	○	○	○		ソフト対策の方法が不明
5	女川支所 (寺間地区)	指定なし	指定あり 藻場回復を望む	ウニ食害			○		○		○		
6	寄磯前網支所	指定なし	指定あり まずは磯焼け要因の究明	ウニ食害				○	○		○		磯焼け要因が不明
7	谷川支所	指定なし	なし 藻場回復を望む	ウニ食害		○	○		○		○		対策工は、シミュレーションによる検討が必要
8	表浜支所	指定なし	なし 藻場回復を望む	ウニ食害		○		○	○		○		対策工は、シミュレーションによる検討が必要
9	七ヶ浜支所	指定なし	指定あり 藻場回復を望む	ウニ食害			○		○		○		

4.5 候補地別保全・創造手法

選定した各候補地に対する保全・創造手法は、現地状況を踏まえて以下の3手法で実施することとした。

(1) ウニ食害の少ない適地で、着定基質が少ない海域

ウニ食害が少なく、藻場生育に適した海域であるが、藻場の着定基質が少ない海域であるため、新たな基質の整備が必要な海域として、以下の4海域が挙げられる。

- 雄勝湾
- 女川湾
- 鮫浦湾
- 石巻湾北部
- 松島湾

これらの地区に対しては、藻場生育に適した海域で藻場の着定基質が少ない場所に海藻の着定基質を設置し、藻場の生育面積を増やすための整備を行う。

1) 浅海域への基質の整備

浅海域においてはウニの個体数がより少なく、藻場が形成されていた海域においては、嵩上げ礁を整備することによって藻場の創出を図ることとした（図 4.5-1 参照）。

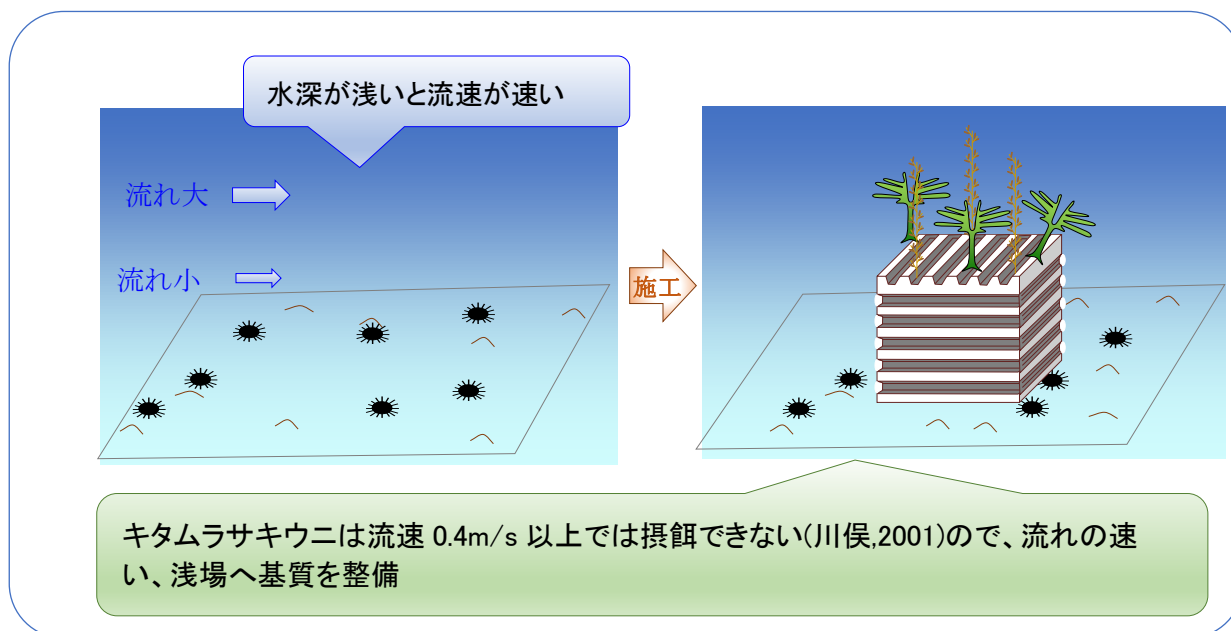


図 4.5-1(1) 浅所への基質の整備イメージ

2) 砂地への基質の整備

現地調査の結果、砂質域に存在する岩礁上ではウコの個体数がより少なく藻場が形成されていた。また、北野ら(2019)は、漂砂によるかく乱があればより藻場が形成されやすいとしており、川俣ら(2013)は、上面まで砂に薄く覆われる程度に高さが低くて平らな基質が藻場の形成維持に有効な場合があると報告している。これらから、周辺の岩礁に藻場が見られた場合は、砂質域において、着定基質を整備することによって藻場の創出を図ることとした(図 4.5-1 参照)。

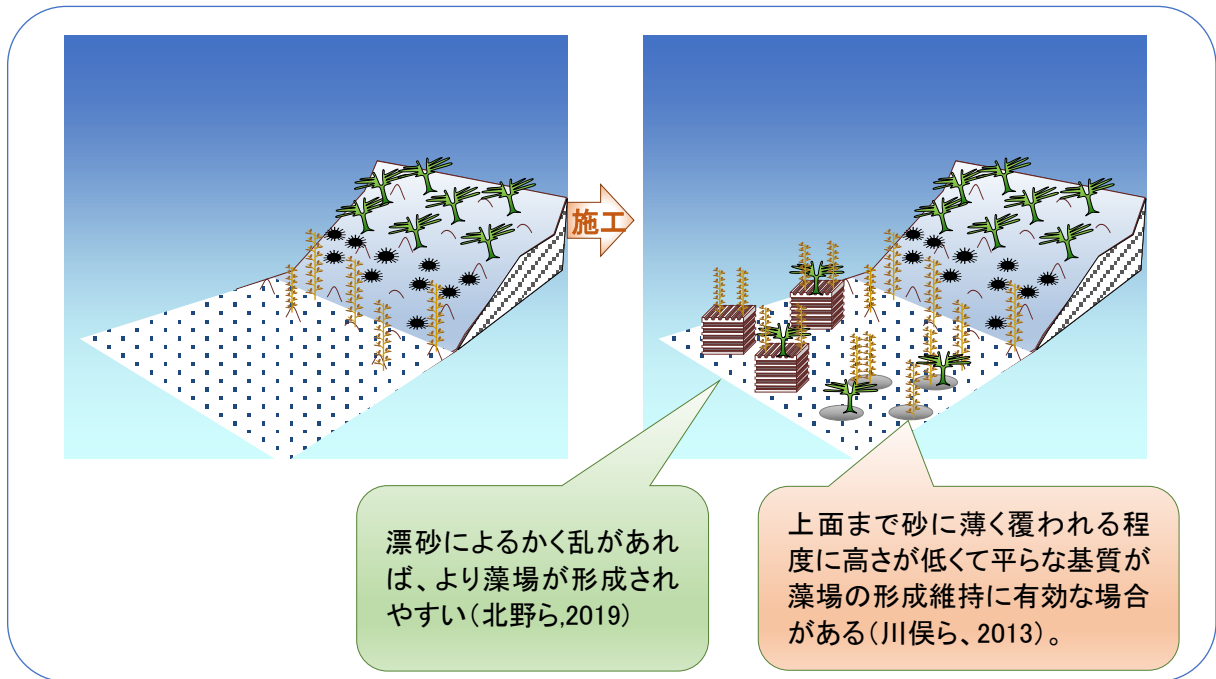


図 4.5-2(2) 砂質域への基質の整備イメージ

(2) 震災による基盤沈下で海況が変化してウニの食害が顕著になった海域

震災による基盤沈下で海況が変化してウニの食害が顕著になった海域として以下の海域が挙げられる。

- 気仙沼湾

この海域においては、水深が深くなることによって流速が低下し、漂砂現象が低減したためにウニの生息密度が高くなり、海藻の食害が促進された状態になっている。そこで、対象海域に基盤を設置して、流れを変化させることによって、漂砂現象を促進させてウニが生息しにくい環境を形成することで海藻の着生促進を図ることとした（図 4.5-3 参照）。

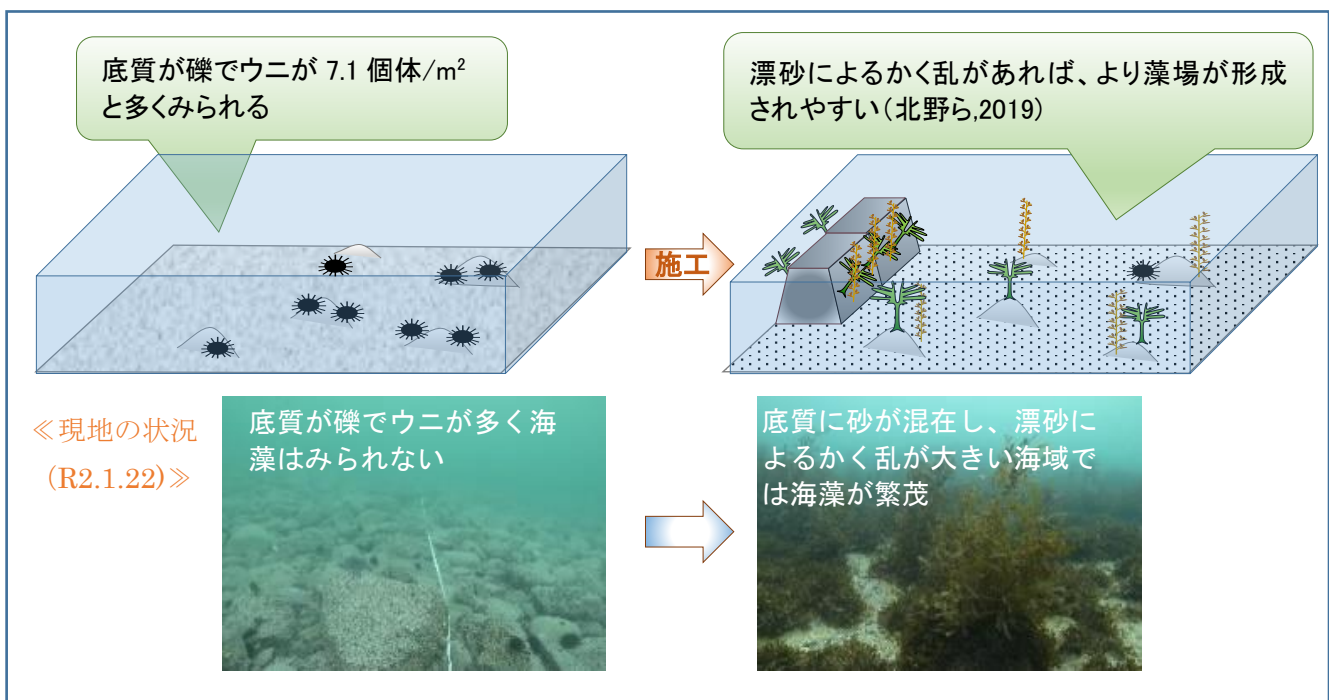


図 4.5-3 海底の漂砂影響を促進することで藻場を創出する整備イメージ

(3) ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域

ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域として、以下の海域が挙げられる。

● 志津川湾

この海域においては、ウニの実入り対策がウニ密度の低下につながるように、浅場において、波浪を抑制し藻場の着定基質となるブロックなどの基盤を整備し、藻場造成を行う。造成地区の浅海側に流れ藻が滞留可能な場を形成させ、除去したウニを畜養する場として活用する。また、ウニの移動が制限される周辺の砂地に対して、基盤を設置して藻場の拡大を図る(図 4.5-4 参照)。

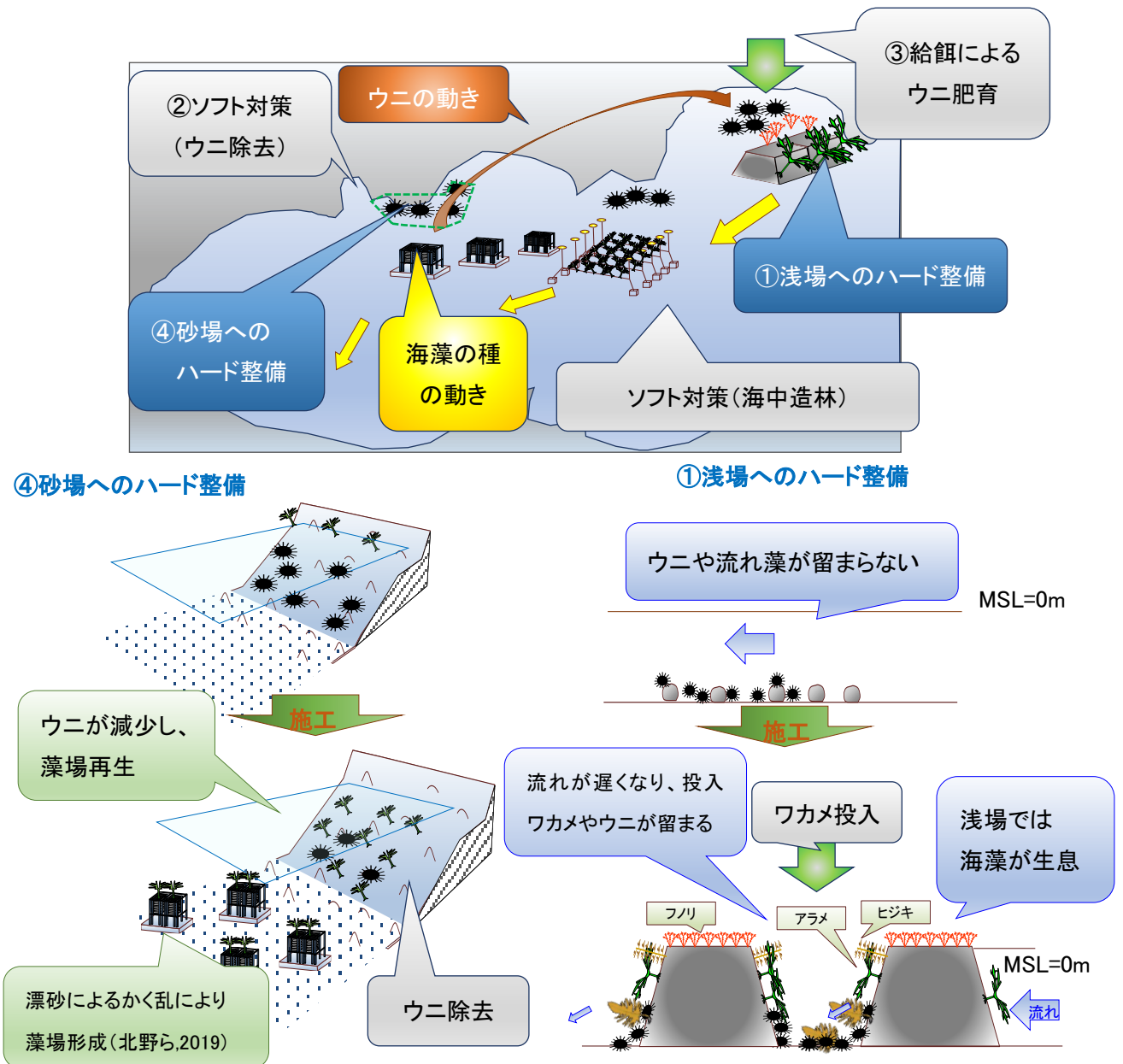


図 4.5-4 ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域に対する整備イメージ

5 ハード・ソフトが一体となった対策の実施

それぞれの海域に対する整備目的に対応した、ハード・ソフト対策が一体となった対策工法を以下に示す。

5.1 ウニ食害の少ない適地で、着定基質が少ない海域

(1) 雄勝湾

1) ハード整備

a. 対象海域

雄勝湾における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.1-1 に示す海域とする。

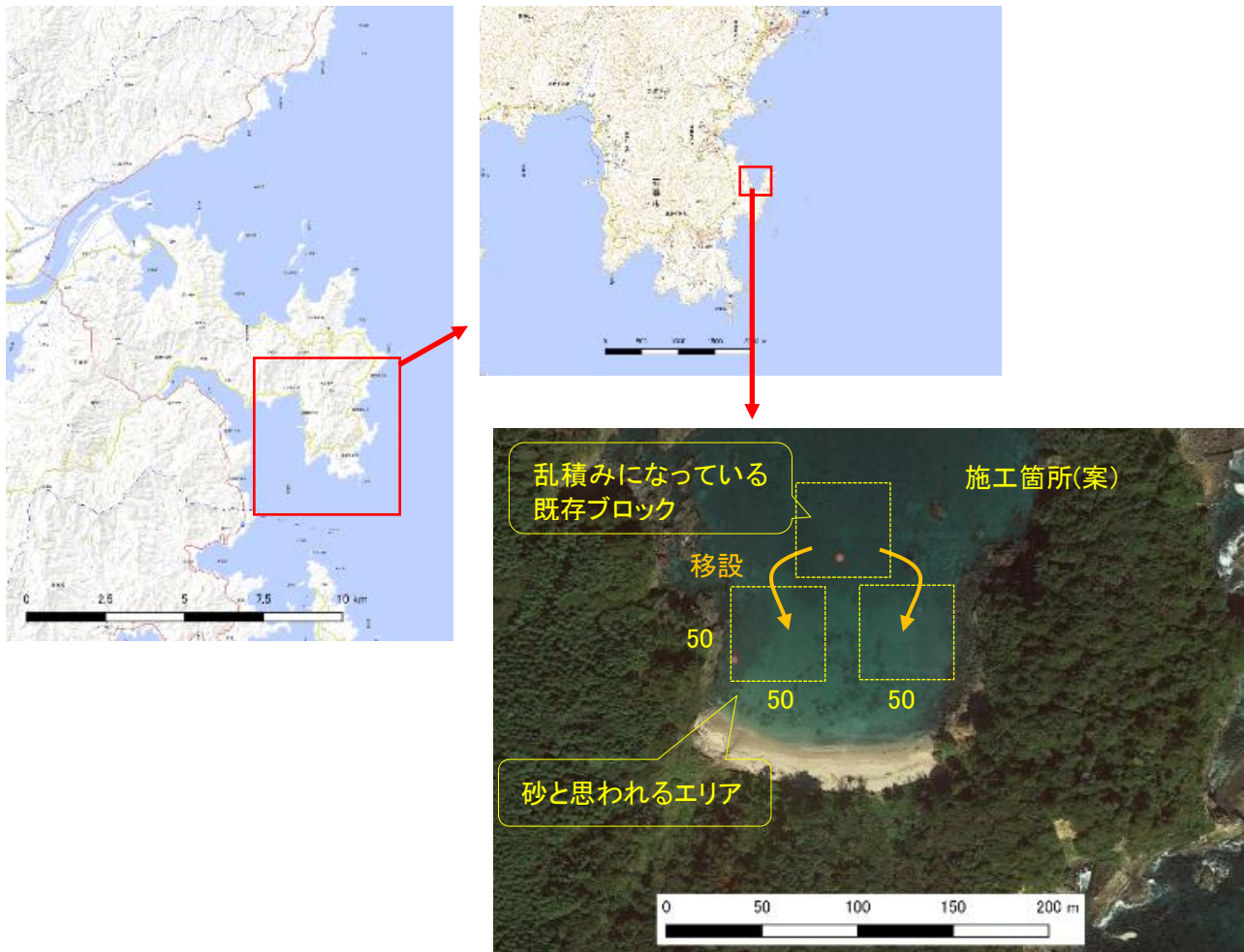


図 5.1-1 調査海域及びハード整備実施海域

b. ハード整備の考え方

(現地の状況)

- ・ 乱積みになっている既存ブロックの間隙にウニ類が多くみられた。
- ・ 漁業者からの要望として、既存ブロックの有効活用が挙げられていた。

(磯焼け要因と対策)

- ・ 磯焼け要因としては、乱積みブロックの間隙がウニの住処になっているために、ウニ食害が生じているものと考えられた。
- ・ そこで、既存ブロックを底質が砂である湾内に再設置することで、ウニの生息密度を低下させ、かつ整備後にはウニの侵入を抑制する、維持管理をなるべく省力化できる藻場の再生を図ることとした。



図 5.1-2 調査海域の状況（撮影日：令和2年1月23日）

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、漁業者要望に基づきアカモクとする。

● 創造面積

図 5.1-1 に示す 50m×50m×3 エリア=7,500m²とする。

● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

既設ブロックを再利用する。

② 間隔

ウニの行動を制御する観点から 2m 以上が望ましいが、施工の現実性を(最低 5m) を踏まえて、約 5m とする。施工のイメージを図 5.1-3 に示す。

※ なお、原地盤の支持力が低く埋没する場合は、埋没量を見極める現地調査を行った上、比高差が約 30cm 確保できない場合は、埋没防止シートを事前に設置するなど埋没防止の手段を事前に講ずる必要がある。

比高差が 30cm を確保できる場合は、周辺海域においてアカモクの生息が確認されたため、現地盤に既存ブロックを整備することとする。

※ 比高差：砂面とブロック天端の距離

《施工イメージ》

現状

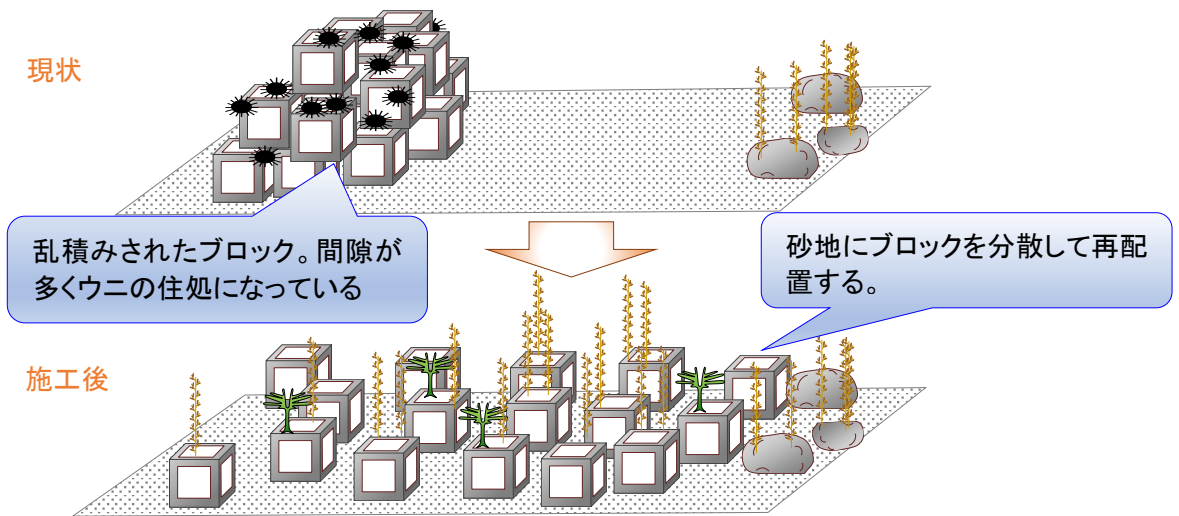


図 5.1-3 施工イメージ

③ 時期

アカモクの成熟期である1月~4月の前、12月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

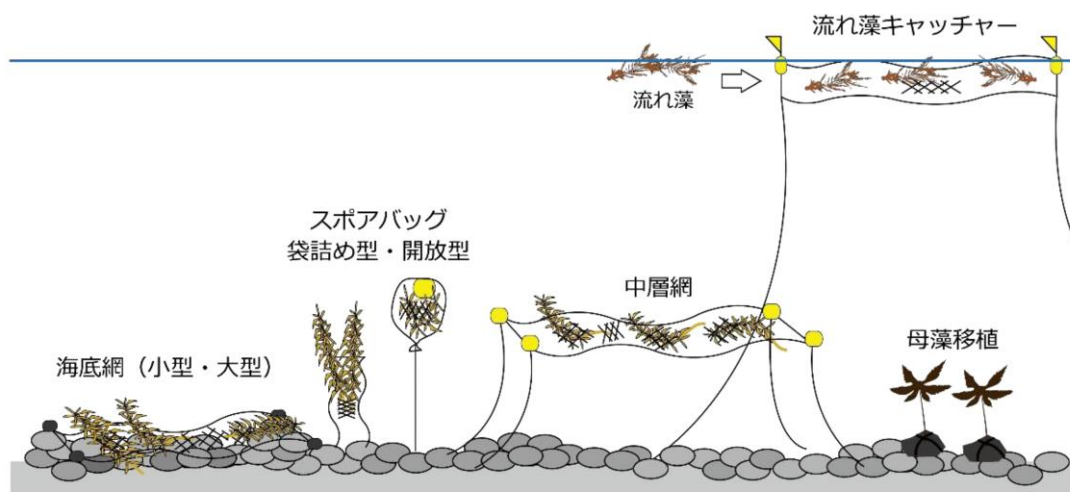
施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 既設ブロックの形状、重量、個数の把握
- エ. 既設ブロックを施工予定箇所へ設置した場合の埋没量
- オ. ア.~エ.により既設ブロックの配置計画の立案

2) ソフト対策

a. 種の供給

- ・ 種の供給は、流れ藻キャッチャーにより実施する（図 5.1-4 参照）。
- ・ 流れ藻キャッチャーは、ホンダワラ類の流れ藻を待ち受ける網（古刺網など、長さ 20m 位）に浮きを付け、端をアンカーで係留する。流れ藻の流路に設置する。
- ・ ホンダワラ類のタネ（幼胚）の大きさは 0.1~0.3 mm あり、沈降速度は 0.1~0.5 mm/秒と速く（奥田、1983）、海中で拡がりにくいものの、対象とする基盤に確実に着生させるためには、流れ藻が付いたキャッチャーを対象する基質から約 1m に沈めることが望ましい。



出典: 改訂 磯焼け対策ガイドライン(水産庁、2015)

図 5.1-4 海藻のタネ（遊走子・幼胚）の供給

b. ウニ除去

- ・ ウニを除去して、ウニの摂食圧を低下させる。
- ・ ウニ除去は、ダイバーによる方法、船上から実施する方法、カゴによる方法などがある（図 5.1-5）。
- ・ 船上からのウニ除去は、小型船から箱メガネで海中を覗き、突き棒やヤス、タモ網で捕獲し行う。ただし、除去できるのは海面から見えるウニに限られる。
- ・ カゴによるウニ除去は、ウニの餌となる海藻や魚肉の入ったカゴを海底に設置し、蠕集したウニを引き揚げて除去する。水深の深い場所で実施可能。①カゴの効率的な配置、②効果のある餌料、③除去効果などに検討すべき課題が多い。
- ・ アメフラシが見られた際は、アメフラシは海藻類を摂食するので、ウニと一緒に除去することが望ましい。



図 5.1-5 ウニ除去

c. 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、既存ブロックを再設置したエリアにおいて実施する。
- ・ 対策実施面積は、 $50\text{m} \times 50\text{m} \times 3$ エリア = $7,500\text{m}^2$ とする。

3) 整備工程計画

- ・ハード・ソフト対策が一体となった磯焼け対策の工程を表 5.1-1 に示した。
- ・0年次は、12月までに地形測量、既設ブロックの実態（個数とサイズなど）を把握する。この際に既存ブロックの埋没量についても確認しておくこと当該海域の埋没量の参考となる。また、1月中には藻場分布調査を行う。これらの結果から、既設ブロックの配置計画を策定する。
- ・1年次は着底基質の設置をアカモクの成熟期である1月～4月よりも前の12月までに完了させる。
- ・2年次以降は、4月までに流れ藻キャッチャーを整備して、種を供給するとともに、12月に整備したブロックにおける藻場分布状況を把握しておく。また、4月、7月、10月、1月と3カ月間隔でウニ類の確認、除去を行う。

表 5.1-1 雄勝湾における磯焼け対策の工程

0年次	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地形測量									○			
藻場分布調査										○		
基質の選定・決定											○	
配置計画											○	
1年次	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※1								○	○			
アカモク 流れ藻キャッチャーの設置												
〃 回収												
ウニ 個体数の確認												
除去 (エリアを決めて実施)												
2年次以降	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※2									○			
アカモク 分布状況の確認	○									○		
流れ藻キャッチャーの設置	○											○
〃 回収			○									
ウニ 個体数の確認	○			○			○			○		
除去 (エリアを決めて実施)	○			○			○			○		

※1 漁場の状況により変化する可能性がある。アカモクの成熟期は1月～4月であるため、その時期以前に整備することが望ましい。

※2 効果を確認しつつ、段階的に整備を進めることが望ましい。

(2) 女川湾

1) ハード整備

a. 対象海域

女川湾における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.1-6 に示す海域とする。

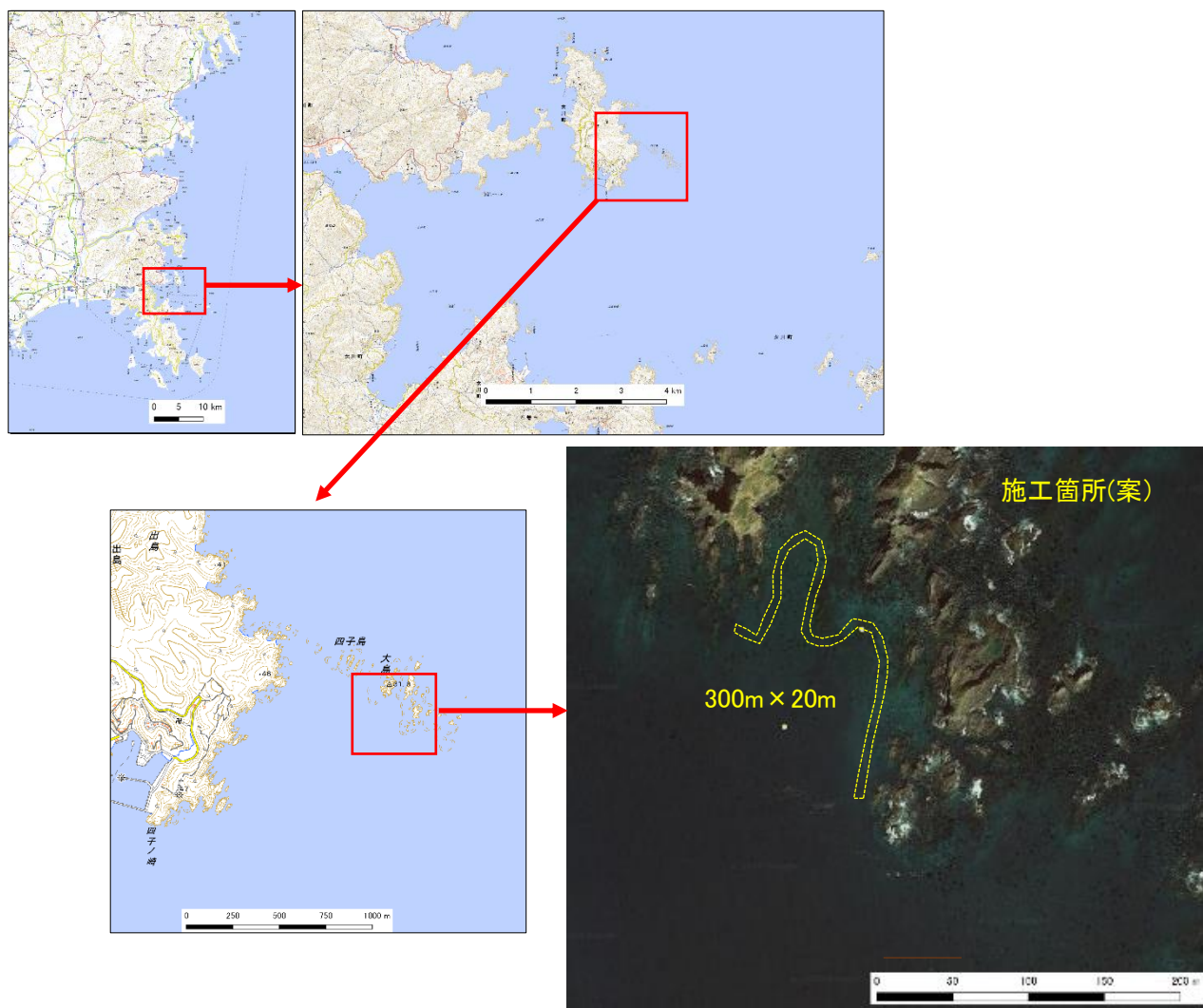


図 5.1-6 調査海域及びハード整備実施海域

b. ハード整備の考え方

(現地の状況)

- ・ 本海域では、水深 3.0m 以浅では大型海藻が繁茂している可能性が高かった (図 5.1-8 参照)。
- ・ また、水深 3.0m よりも深い海域で主にみられた大型海藻が全く見られなかった地点のキタムラサキウニの個体数の平均は 7.3 個体/m²、水深 3.0m 以浅に主にみられた大型海藻が少しでも見られた地点のキタムラサキウニの個体数の平均は 4.1 個体/m²であった。
- ・ 田邊ら(2019)によると、宮城県において海藻が生育できるキタムラサキウニの適正密度は 3 個体/m²と報告されている。
- ・ 一方で、川俣(2001)によると、ウニの摂食活動は波動流によって制限されやすく、その摂食限界流速は 0.4m/s ほどであるとされている。

(磯焼け要因と対策)

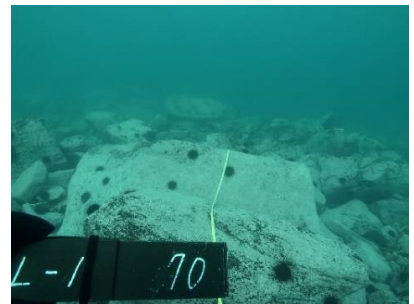
- ・ 以上より、田邊ら(2019)の報告とはやや異なるものの、本海域において、大型海藻がみられる地点と全く見られない地点を比較すると、大型海藻がみられる地点におけるキタムラサキウニ個体数は顕著に少なかったため($p=0.027$)、本海域における磯焼け要因は、ウニの食害であり、水深 3.0m 以浅では、波動流が早くキタムラサキウニが少ないため海藻が生育していると考えられた。
- ・ また、海底地形が 1/20m とやや急傾斜であるため、深い水深帯の整備は着生基質が大型化し、コスト及び施工的に非現実的である。
- ・ そこで、比較的水深が浅い水深 3.0m~4.0m までの岸沖距離 20m の範囲に集中的に高さ約 1m の着生基質を整備する方針とし、整備後にはウニの侵入を抑制する、維持管理をなるべく省力化できる藻場の再生を図ることとした。
- ・ なお、漁業者要望では、ウニを畜養する場の整備は求められなかった。



水深 3.6m



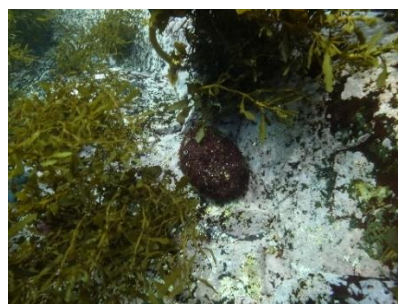
水深 5.4m



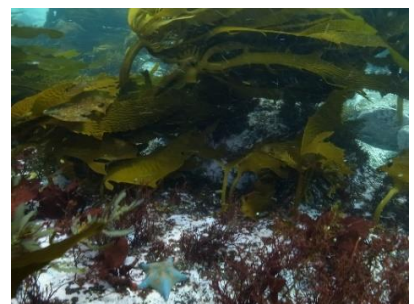
水深 7.8m



水深 2.9m



水深 2.9m エソアワビ



水深 2.9m アラメ(1歳個体)

図 5.1-7 海底の状況 (撮影日：令和2年3月3日)

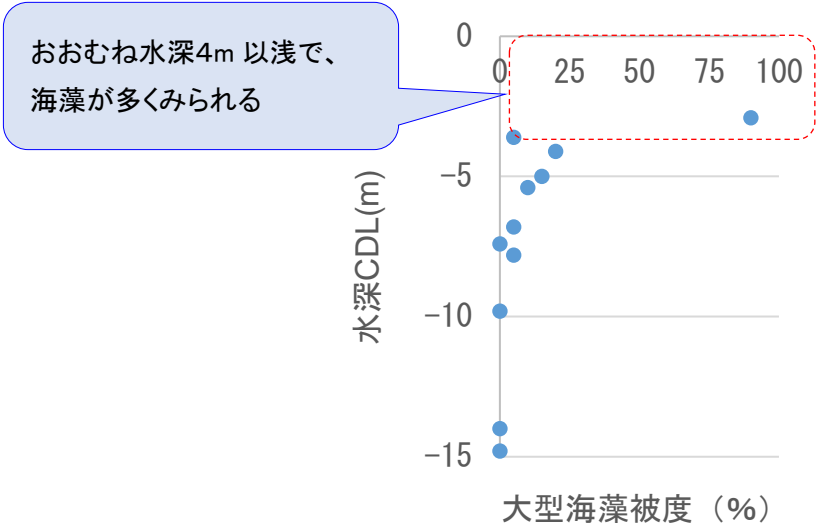


図 5.1-8 令和 2.3 月の潜水調査結果

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、漁業者要望に基づきアラメとする。

● 創造面積

図 5.1-6 に示す 6,000m²(300m×20m)を対象として藻場を創造するために、ブロックを 36 基×3 基=108 基、整備する。

● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

2.0m×2.0m×1.0 (縦×横×高さ) の 10 トンブロックを想定する。高さは 1.0m 以上であることが重要である。材質はコンクリートとするが、表面形状は凸凹があり、アラメの遊走子が着底しやすい形状とする (図 5.1-9 参照)。

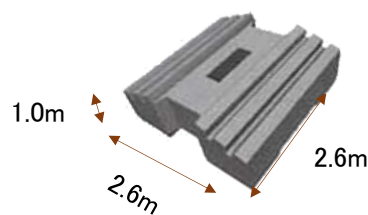


図 5.1-9 着定基質のイメージ

② 間隔

藻場の拡散（遊走子の拡散は 10m 程度(柳瀬ら,1983)）と施工の現実性(最低 5m) を踏まえて、約 5m とする。施工のイメージを図 5.1-10 に示す。

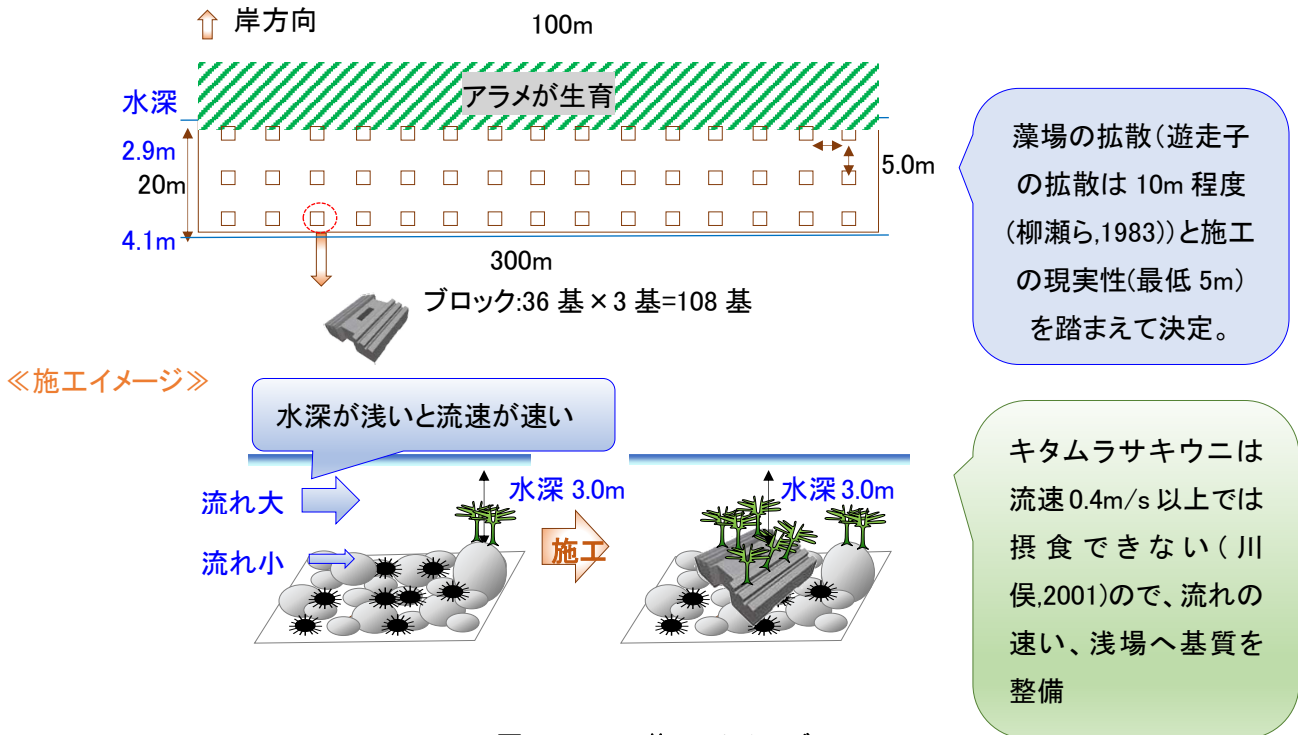


図 5.1-10 施工イメージ

③ 時期

アラメの成熟期である 9 月~10 月の前、8 月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握
- エ. 海況環境の把握
- オ. 着定基質の選定と配置の立案
- カ. 設計条件の決定
- キ. 安定質量の算定（滑動・転倒）
- ク. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

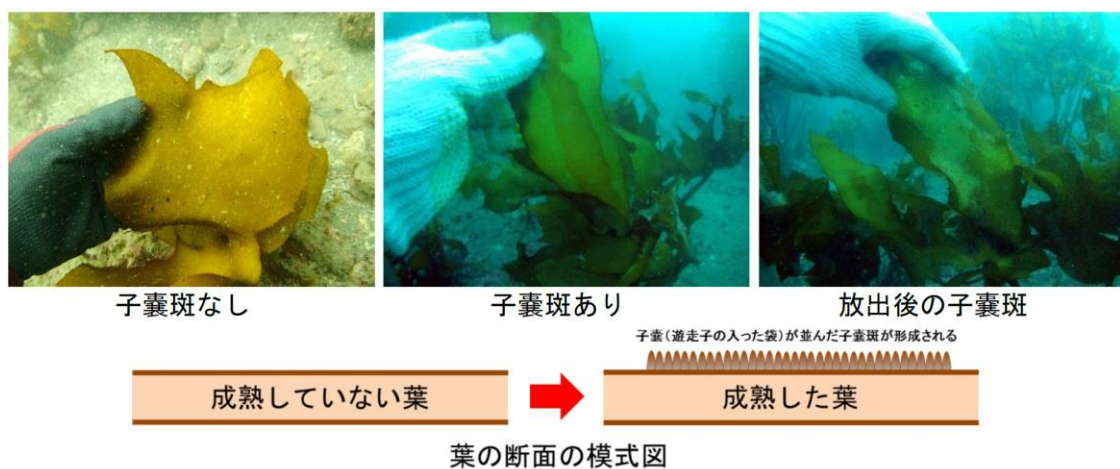
a. 種の供給

- ・ 近隣にアラメ場が存在するため、必ずしも種の供給は必要ないが、より確実にアラメ遊走子を着定基質に着底させるためには、アラメのスポアバックを設置することが望ましい(図 5.1-11 参照)。
- ・ スポアバックは、成熟した成体を網袋等に入れ、錘を付けて沈設するものである。簡便であるが、網袋の中の移植した成体は長持ちせず、目合が細かいとタネが網袋に付着してしまう。実施時期が成熟期に限定される。
- ・ 注意点としては、子囊斑が形成されたアラメを使用してスポアバックを作成することである。子囊斑が形成された部分の葉は、厚みを増し、色が濃くなっている。遊走子が放出されて色が薄くなった子囊斑のある葉は使わないことが重要である(図 5.1-12 参照)。



出典: 改訂 磯焼け対策ガイドライン(水産庁、2015)

図 5.1-11 海藻のタネ(遊走子・幼胚)の供給



出典: 改訂 磯焼け対策ガイドライン(水産庁、2015)

図 5.1-12 子囊斑の状況

b. ウニ除去

- ・ (1) を参照する。

c. 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、既存ブロックを再設置したエリアにおいて実施する。
- ・ 対策実施面積は、300m×20m=6,000m²とする。

3) 整備工程計画

- ・ ハード・ソフト対策が一体となった磯焼け対策の工程を表 5.1-2 示した。
- ・ 0 年次は、12 月までに地形測量を実施する。1 月中には藻場分布調査を行う。これらの結果から、着底基質の配置計画を策定する。
- ・ 1 年次は着底基質の設置をアラメの成熟期である 9 月~10 月よりも前の 8 月までに完了させる。その後、アラメのスポアバックやウニの摂食圧を吸収させるためのワカメの海中造林を実施する。その際には、ウニの個体数を確認し、ウニが確認された場合は、除去する。
- ・ 2 年次以降は、4 月にアラメ分布状況の確認、ウニの除去、スポアバックを実施する。

表 5.1-2 女川湾における磯焼け対策の工程

0年次	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地形測量									○			
藻場分布調査										○		
基質の選定・決定											○	
配置計画、藻場造成計画											○	○

1年次	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※1					○							
ワカメ 海中造林設置							○					
" 回収												
アラメ スポアバック設置							○					
" 回収												
ウニ 個体数の確認							○			○		
除去(エリアを決めて実施)							○			○		

2年次以降	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※2												
ワカメ 海中造林設置							○					
" 回収				○								
アラメ 分布状況の確認	○			○			○			○ (芽生え)		
スポアバック設置							○					
" 回収	○											
ウニ 個体数の確認	○			○			○			○		
除去(エリアを決めて実施)	○			○			○			○		

※1 漁場の状況により変化する可能性がある。アラメは成熟期が9~10月であるため、その前に設置することが望ましい。

※2 効果を確認しつつ、段階的に整備を進めることが望ましい。

- (3) 鮫浦湾
1) ハード整備
a. 対象海域

鮫浦湾における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.1-13 に示す海域とする。

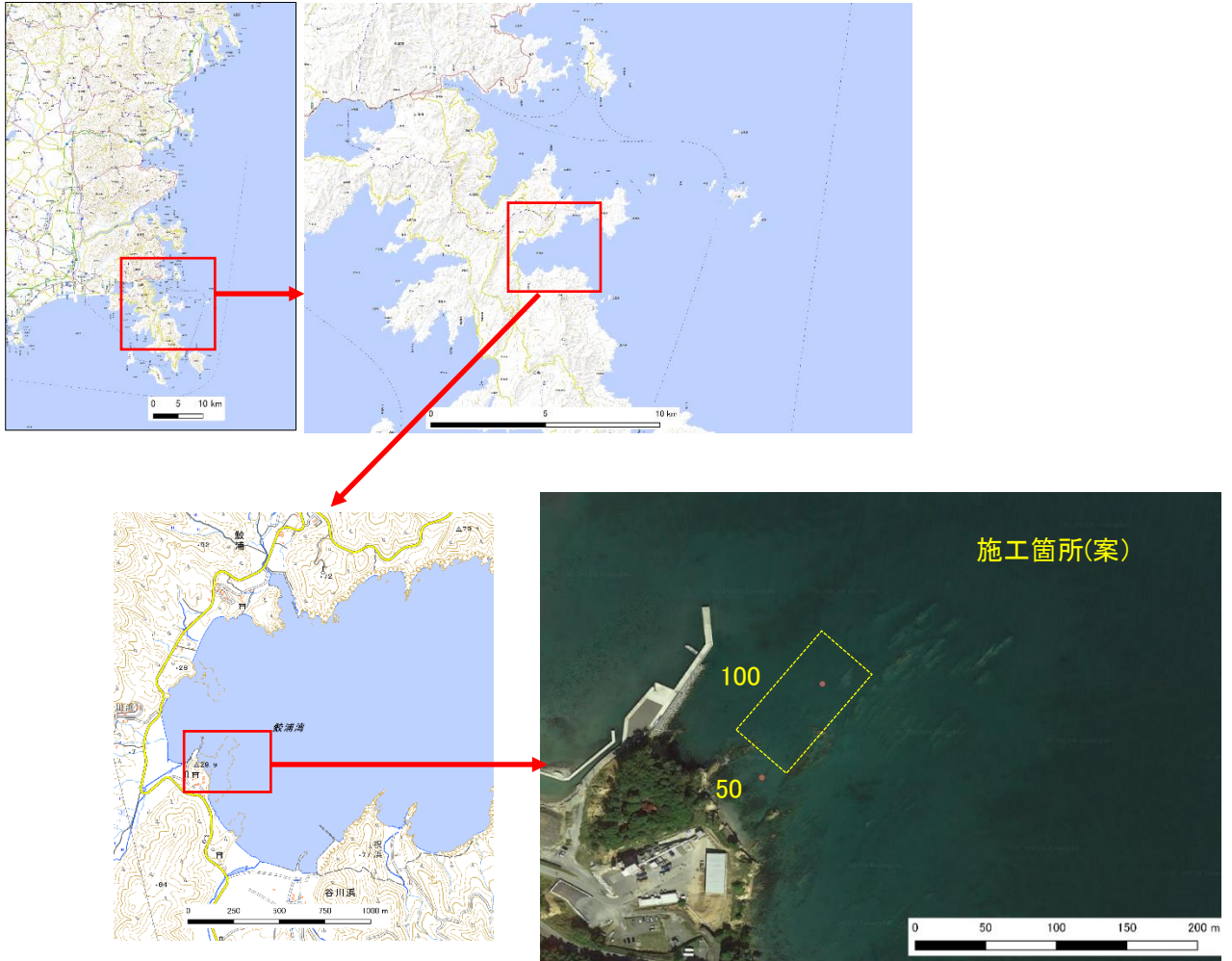


図 5.1-13 調査海域及びハード整備実施海域

b. ハード整備の考え方

(現地の状況)

- ・ 本海域は、漁業者にウニ畜養場として利用されており、ワカメ残渣の給餌が行われている海域である。
- ・ 水深約 1.0m 以浅の岩礁上ではホンダワラ類が繁茂していた。
- ・ 離岸距離約 20m から沖側の底質は、「砂」が主体となり「岩礁」が混在する底質であった。

(磯焼け要因と対策)

- ・ 以上より、本海域では、着定基質が不足していると考えられた。
- ・ そこで、砂上に着定基質を整備することによって、ウニの畜養場を拡大する方針とした。
- ・ 【案1】案1としては、天端高が水深約 1.0m に設置されるように着定基質を整備する計画である。このことにより、ホンダワラ類の生育し、餌料の増加が見込まれる(図 5.1-16 参照)。
- ・ 【案2】案2としては、案1では、整備される基質の水深が浅いため、漁業の妨げになる場合は、着定基質の天端と砂面までの高さが小さい、天端面に砂が薄く被る程度となる着定基質を整備する方法である。この方法により、砂の影響によってウニ類の侵入を防止し、海藻を生息させることが可能である(図 5.1-15 参照)。
- ・ いずれの場合についても、予め砂層厚を計測し、砂層厚が厚い場合は、沈下、埋没する可能性が高いため砂層厚の変動を予め調べて沈下量を予測しておくことが望ましい。ブロックの洗堀や動揺による沈下もあるため、基質が砂層下の岩盤等の基質に達するまで沈下すると考えて最大砂層厚以上にするとよい。
- ・ なお、案1の場合は、流れの変化の有無について予め確認することが重要である。

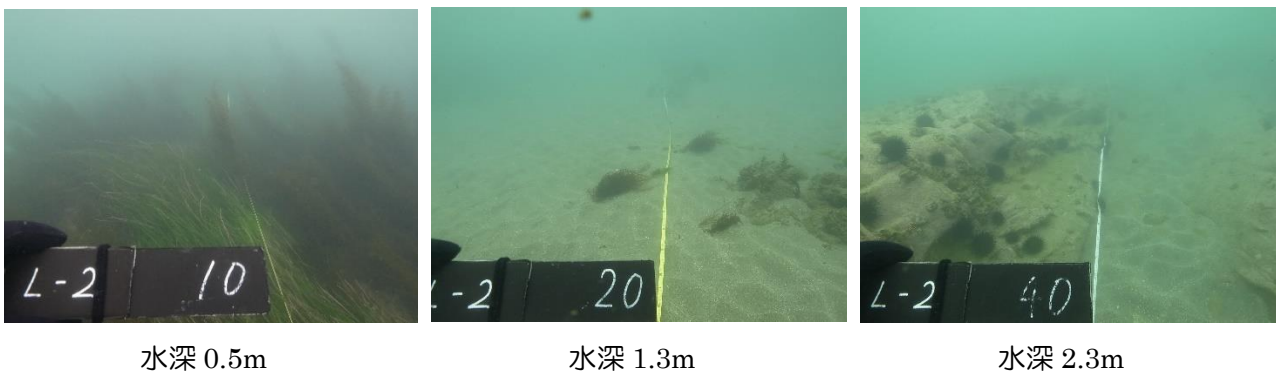


図 5.1-14 海底の状況 (撮影日：令和2年3月4日)



図 5.1-15 比高差約 1cm の基質に生息するヨレモク（撮影日：令和 2 年 3 月 7 日、志津川湾）

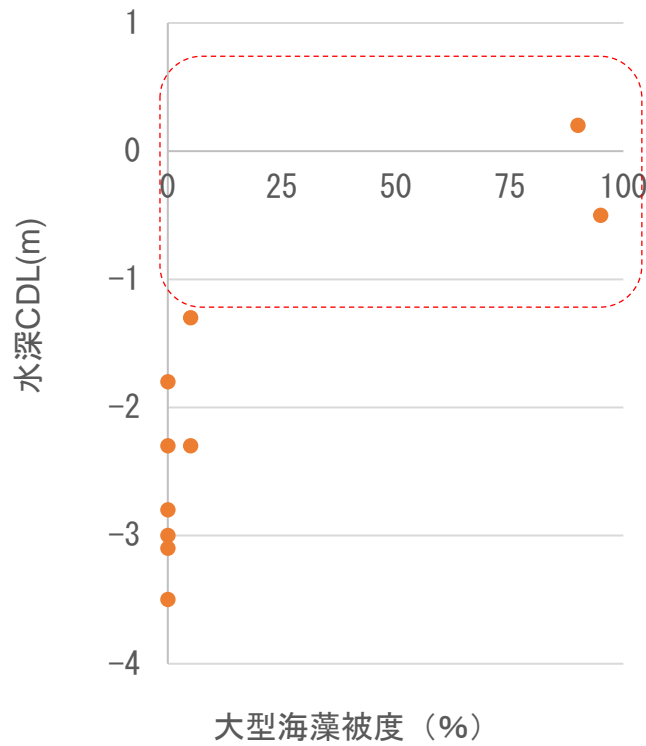


図 5.1-16 潜水調査結果（調査日：令和 2 年 3 月 4 日）

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、現地調査結果より、現地に繁茂しているホンダワラ類とする。

● 創造面積

図 5.1-13 に示す $5,000\text{m}^2(100\text{m}\times 50\text{m})$ を対象として藻場を創造するために表面積 $1,764\text{m}^2$ のブロックを整備する。

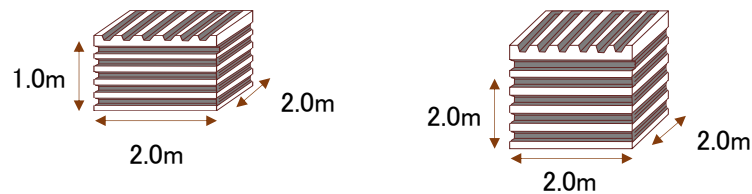
● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

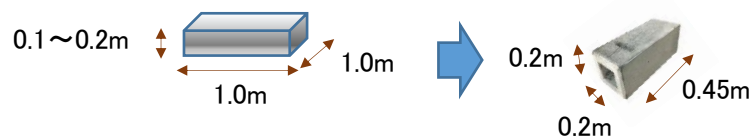
【案 1】水深 $1.0\text{m}\sim 2.0\text{m}$ では $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ (縦×横×高さ) のブロックを、水深 $2.0\text{m}\sim 3.0\text{m}$ では $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ (縦×横×高さ) のブロックを想定するが、高さについては、埋没量を踏まえて決定する。材質はコンクリートとするが、表面形状は凸凹があり、ホンダワラ類の幼胚が着底しやすい形状とする (図 5.1-17 参照)。

【案 2】案 1 と同範囲において、 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}\times 0.3\text{m}$ のブロックを想定するが、高さについては、埋没量を踏まえて決定する。ブロックは、市販のブロックを連結して作成することも可能である (図 5.1-17 参照)。

【案 1】



【案 2】

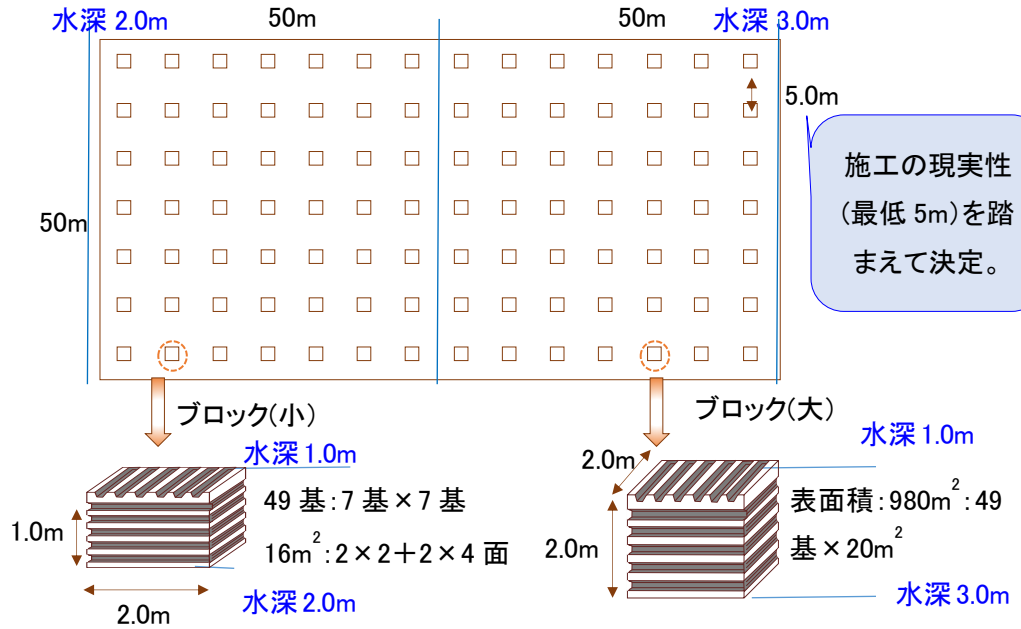


右図のコンクリートを連結してもよい

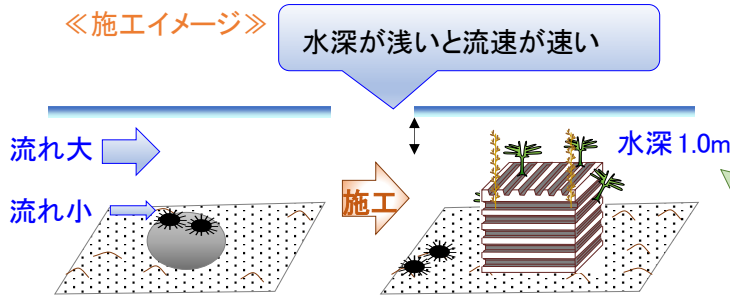
図 5.1-17 着定基質のイメージ

② 間隔

【案 1,2】 施工の現実性(最低 5m) を踏まえて、約 5m とする。施工のイメージを図 5.1-18 に示す。

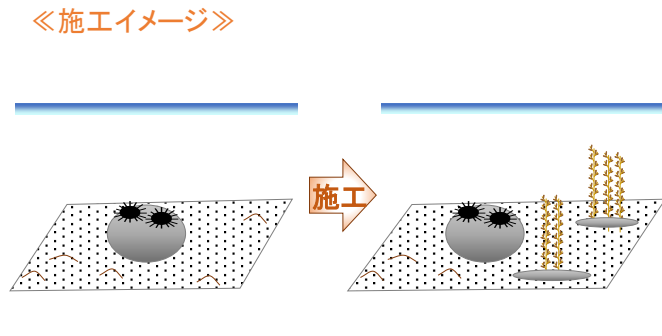


【案 1】



キタムラサキウニは流速 0.4m/s 以上では摂食できない(川俣, 2001)ので、流れの速い、浅場へ基質を整備

【案 2】



上面まで砂に薄く覆われる程度に高さが低くて平らな基質が藻場の形成維持に有効な場合がある(川俣ら、2013)

図 5.1-18 施工イメージ

③ 時期

多くのホンダワラ類の成熟期である4月~6月の前、3月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認【案1、案2の選択】

イ. 施工場所の海底地形の把握

ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握

エ. 砂層厚あるいは埋没量の把握

オ. 海況環境の把握【案1の場所】

カ. 安定質量の算定（滑動・転倒）

キ. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

a. 種の供給

- ・ (1) を参照する。

b. ウニ除去

- ・ (1) を参照する。

c. 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給は、ハード整備したエリアにおいて実施する。
- ・ 対策実施面積は、 $100\text{m} \times 50\text{m} = 5,000\text{m}^2$ とする。
- ・ 上記で示したウニ除去は、周辺海域約1haで実施し、除去したウニはハード整備したエリアに再投入する。

3) 整備工程計画

- ・ハード・ソフト対策が一体となった磯焼け対策の工程を表 5.1-3 に示した。
- ・0年次は、5月までに地形測量を実施する。6月中には藻場分布調査を行う。これらの結果から、着定基質の配置計画を策定する。
- ・1年次は着定基質の設置を多くのホンダワラ類の成熟期である5月~6月よりも前の4月までに完了させる。その後、ホンダワラ類の種を供給するために流れ藻キャッチャーを実施する。その際には、ウニの個体数を確認し、ウニが確認された場合は、除去する。1月以降は、周辺海域で除去したウニを投入し、ワカメ残渣も投入する。
- ・2年次以降は、4月に着定基質の設置、藻場分布状況を確認し、5月、6月になり流れ藻がみられはじめると流れ藻キャッチャーを実施する。また、投入したウニの実入りを確認し、出荷する。7月以降は、周辺海域においてウニ除去を開始し、藻場の形成を促進させる。10月に再び周辺海域において、ウニの確認、除去と実施する。1月に藻場分布調査を行い、藻場が回復していればウニ投入を行う。藻場が回復していない場合は、ワカメ残渣の投入をあわせてウニ投入を行う。

表 5.1-3 鮫浦湾における磯焼け対策の工程

0年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地形測量			○										
藻場分布調査				○									
基質の選定・決定					○								
配置計画					○								
1年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置		○											○
ホンダワラ類	流れ藻キャッチャーの設置		○	○									
	〃 回収				○								
ウニ	個体数の確認				○			○					
	除去 (エリアを決めて実施)				○			○					
	投入										○		○
ワカメ残渣	投入										○		○
2年次以降		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※		○											○
ホンダワラ類	流れ藻キャッチャーの設置		○	○									
	〃 回収				○								
	藻場分布調査	○			○			○			○		
ウニ	個体数の確認				○			○					
	除去 (エリアを決めて実施)				○			○					
	投入										○	○	○
	実入り確認・出荷		○	○									
ワカメ残渣	投入										○	○	○

※ 効果を確認しつつ、段階的に整備を進めることが望ましい。

(4) 石巻湾北部

1) ハード整備

a. 対象海域

石巻湾北部における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.1-19 に示す海域とする。

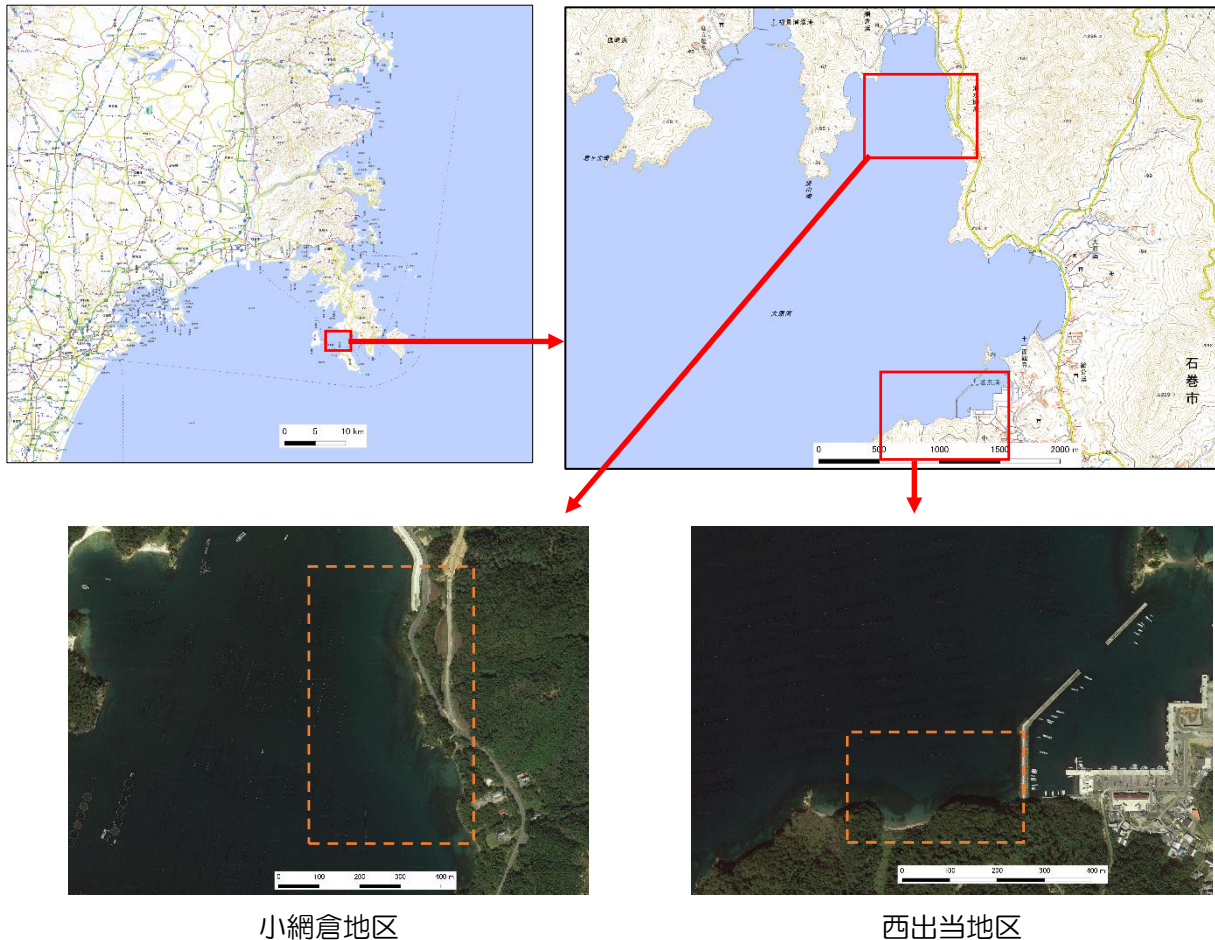


図 5.1-19 調査海域及びハード整備実施海域

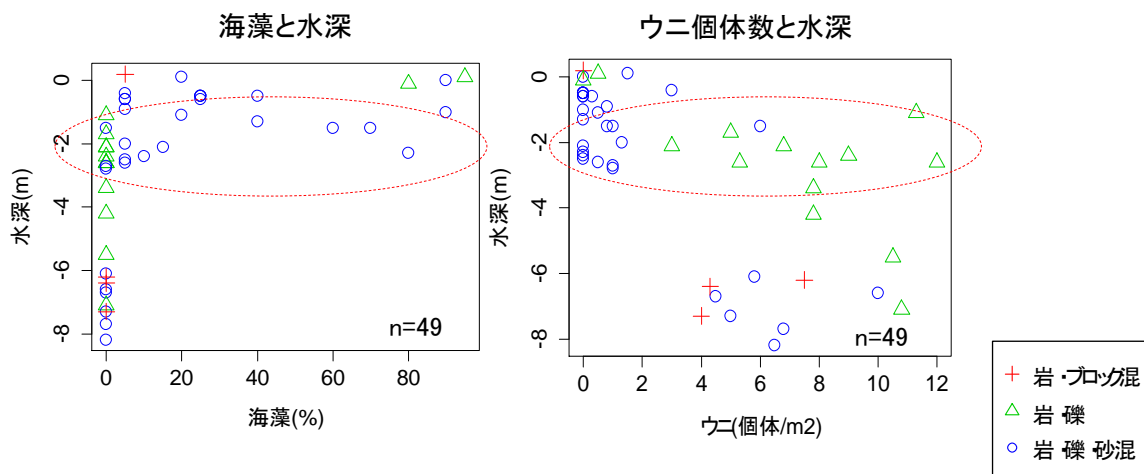
b. ハード整備の考え方

(現地の状況)

- ・ 本海域では、大型海藻が全く見られなかった地点のキタムラサキウニの個体数の平均は、4.0 個体/m²、大型海藻が少しでも見られた地点のキタムラサキウニの個体数の平均は、1.2 個体/m²であった。これは、田邊ら(2019)の、宮城県において海藻が生育できるキタムラサキウニの適正密度は 3 個体/m²とする報告と合致した。
- ・ また、水深 3.0m 以浅では大型海藻が多くみられることが分かった (図 5.1-21 参照)。
- ・ 漁業者へのヒアリング調査では、小網倉地区では、水深 4.0m~6.0m の砂地であり周辺の岩礁域には藻場が形成されていること、西出当地区は水深 6.0m の砂地であり、ワカメ残渣を投入している箇所であること、水深 4.0m までは藻場が繁茂していること、全体的にアワビの生育が良くないことが分かった。

(磯焼け要因と対策)

- ・ 以上より、本海域における磯焼け要因はウニの食害であること、また、限られた岩礁域ではアワビに対する環境収容力が十分ではない可能性があると考えられた。
- ・ そこで、小網倉地区では、水深 4.0~6.0m の砂地に、西出当地区では、水深 6.0m の砂地に高さ 2m 以上の着定基質を整備することによって、天端に藻場が形成されるとともに、整備後にはウニの侵入を抑制する、維持管理がなるべく省力化できる藻場の再生を図ることとした(図 5.1-20)。
- ・ 留意点としては、周辺海域はカキ養殖漁場になっているため、カキ養殖に影響を及ぼさない着定基質の配置が重要である。
- ・ また、整備する際には、予め砂層厚を計測し、砂層厚が厚い場合は、沈下、埋没する可能性が高いため砂層厚の変動を予め調べて沈下量を予測して、着定基質の高さを決めることが重要である。ブロックの洗掘や動揺による沈下もあるため、着定基質が砂層下の岩盤等の基質に達するまで沈下すると考えて、最大砂層厚以上の余裕を持った高さにするか、もしくは、試験礁を設置して実測される沈下量分の余裕を持った高さにするかとする。



(志津川湾及び気仙沼湾における現地調査結果から作図)

図 5.1-20 【再掲】 底質の違い(砂が混じる場合と岩・礫のみの場合)による比較

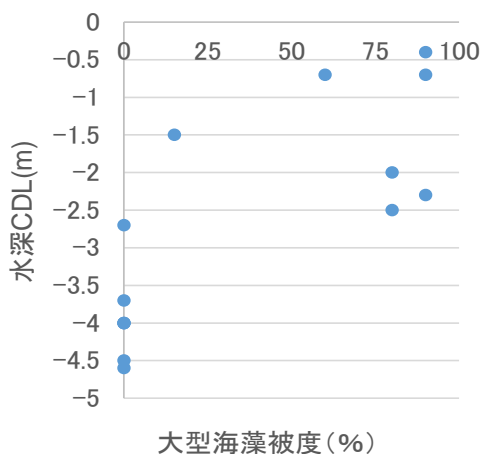


図 5.1-21 潜水調査結果(調査日:令和元年 12月 19日)

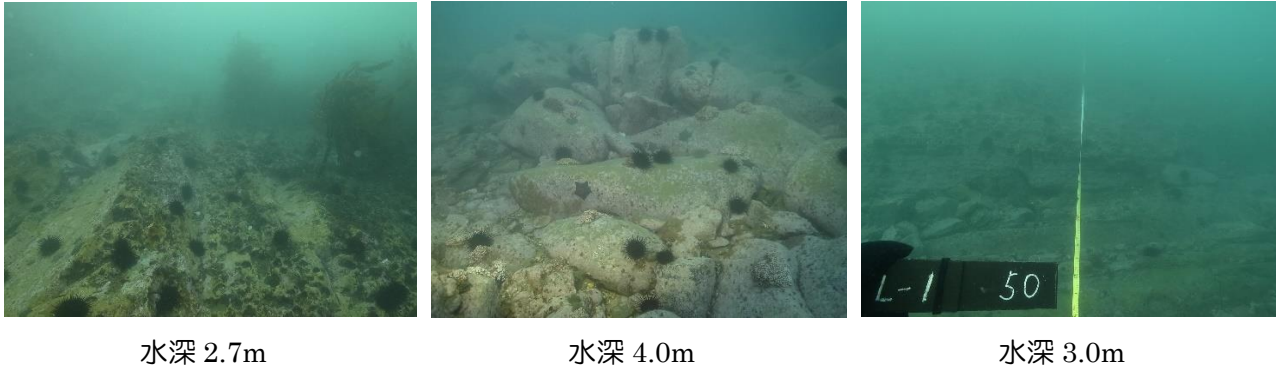


図 5.1-22 潜水調査結果（調査日：令和元年 12 月 19 日）

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、漁業者要望及び現地調査結果より、アラメとする。

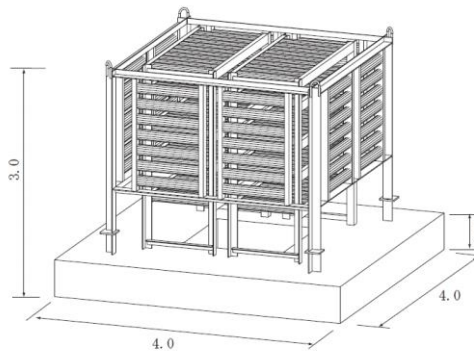
● 創造面積

図 5.1-24 に示すエリア内において、5,000m²(100m×50m)を藻場造成するために、表面積 3,960m²のカキ礁を整備する。

● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

基盤の高さは、天端面が、海藻が生育する水深に到達する高さとする。材質は、当該海域においてより藻場造成効果が高い基盤を選定できるように段階的に整備を進めることが望ましい。具体的には、まず、1 年次は、カキ殻礁やコンクリート礁など、数種の基盤を整備して、2 年次以降は、藻場造成効果がより高かった基盤を整備する。



カキ礁の表面積：3,960m²=66 基×60m²

66 基：11 基×6 基

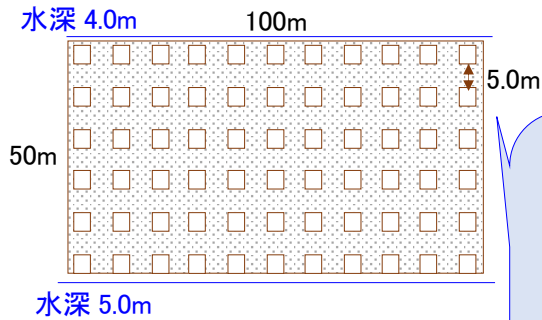
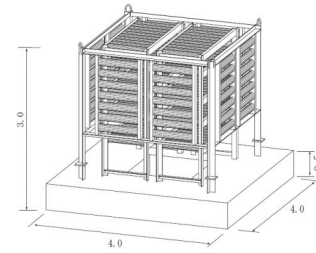
60m²：4m×3m×5 面

図 5.1-23 着定基質のイメージ

② 間隔

藻場の拡散（遊走子の拡散は 10m 程度（柳瀬ら、1983）と施工の現実性（最低 5m）を踏まえて、約 5m とする。施工イメージを図 5.1-24 に示す。

5,000m²(100m × 50m)の藻場造成のために表面積
3,960m²のカキ礁を整備。
ただし、漁業者ヒアリングにより配置は検討する。



カキ礁の表面積: 3,960m²
= 66 基 × 60m²
66 基: 11 基 × 6 基

藻場の拡散（遊走子の拡散は 10m 程度（柳瀬ら、1983）と施工の現実性（最低 5m）を踏まえて決定。

図 5.1-24 施工イメージ

③ 時期

アラメの成熟期である9月~10月の前、8月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握
- エ. 着定基質の選定と配置の立案
- オ. 流れのシミュレーション
- カ. 設計条件の決定
- キ. 定質量の算定（滑動・転倒）
- ク. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

a. 種の供給

- ・ (1) を参照する。

b. ウニ除去

- ・ (1) を参照する。

c. 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、着定基質を整備したエリア及びその周辺海域において実施する。
- ・ 対策実施面積は、5.6ha とする。

3) 整備工程計画

ハード・ソフト対策が一体となった磯焼け対策の工程を表 5.1-4 に示した。

- ・ 0 年次は、地形測量を 12 月までに実施し、藻場分布調査を 1 月中に実施する。その後、流れのシミュレーションを経て基質の配置計画を策定する。
- ・ 1 年次は、5 月ごろまでに着生基質を整備し、その後 7 月、10 月、1 月に周辺海域におけるウニやアワビを確認し、ウニが多い場合には除去する。
- ・ 2 年次以降は、周辺海域でウニやアワビの個体数を確認し、ウニの個体数が多ければ除去する。点検は 3 カ月毎（7 月、10 月、1 月）に実施すべきである。10 月にはアラメのスポアバックを設置してアラメの拡大の促進を図る。

表 5.1-4 石巻湾北部における磯焼け対策の工程

0年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地形測量										○			
藻場分布調査											○		
基質の選定・決定												○	
配置計画、藻場造成計画												○	○
1年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※1						○							
ワカメ	海中造林設置							○					
	〃 回収												
アラメ	スポアバック設置							○					
	〃 回収												
ウニ	個体数の確認							○			○		
	除去(エリアを決めて実施)							○			○		
2年次以降		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置※2													
ワカメ	海中造林設置							○					
	〃 回収				○								
アラメ	分布状況の確認	○			○			○			○ (芽生え)		
	スポアバック設置							○					
	〃 回収	○											
ウニ	個体数の確認	○			○			○			○		
	除去(エリアを決めて実施)	○			○			○			○		

※1 漁場の状況により変化する可能性がある。アラメは成熟期が9～10月であるため、その前に設置することが望ましい。

※2 効果を確認しつつ、段階的に整備を進めることが望ましい。

(5) 仙台湾

1) ハード整備

a. 対象海域

七ヶ浜における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.1-25 に示す海域とする。

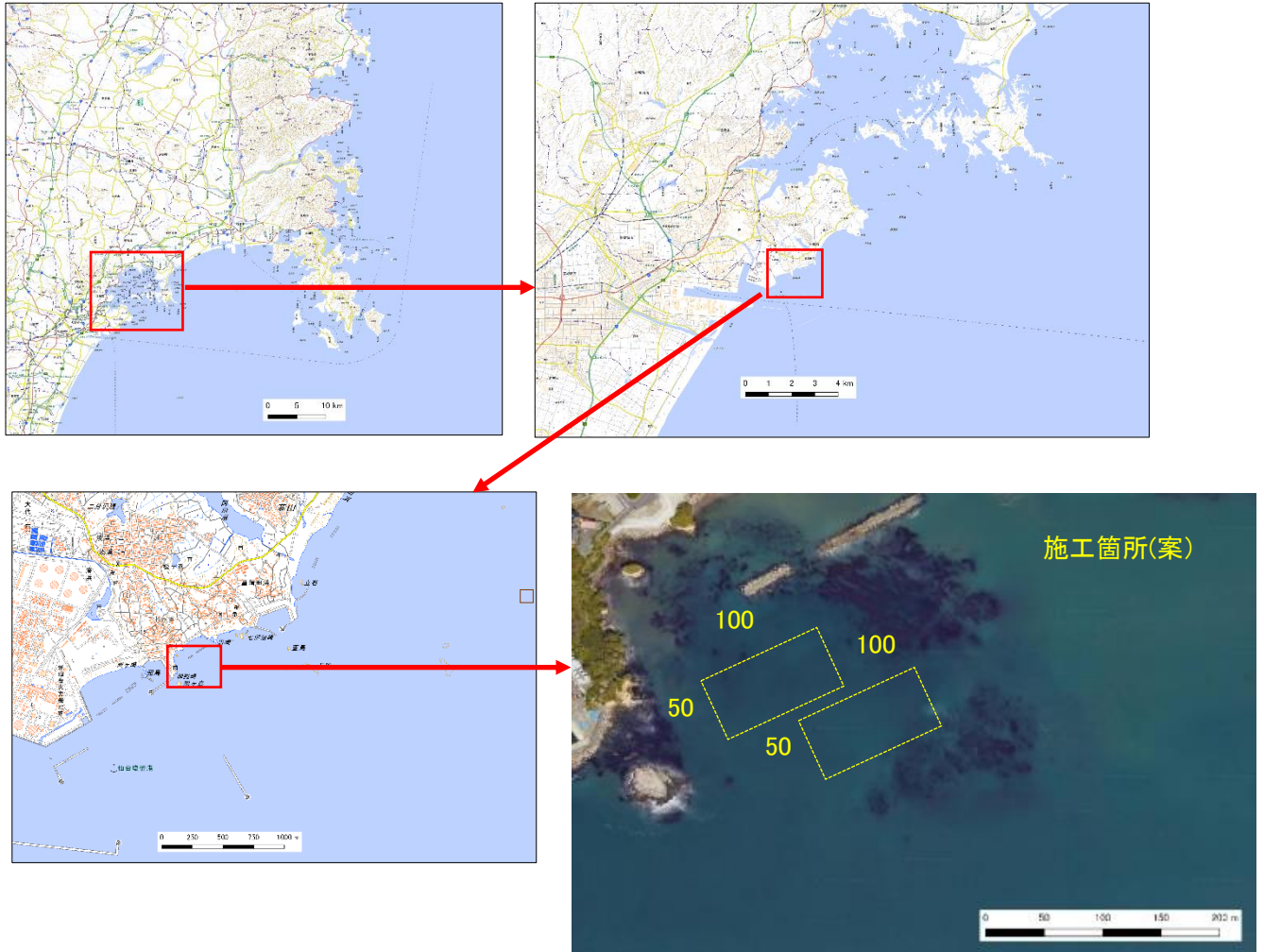


図 5.1-25 調査海域及びハード整備実施海域

b. ハード整備の考え方

(現地の状況)





- ・ 本海域では、水深 2.0m 以浅では大型海藻が繁茂している可能性が高かった (図 5.1-26 参照)。
- ・ また、水深 2.0m よりも深い海域で主にみられた大型海藻が全く見られなかった地点のキタムラサキウニの個体数の平均は 5.2 個体/m²、水深 2.0m 以浅に主にみられた大型海藻が少しでも見られた地点のキタムラサキウニの個体数の平均は 1.8 個体/m²であった。これは、田邊ら(2019)の、宮城県において海藻が生育できるキタムラサキウニの適正密度は 3 個体/m²とする報告と合致した。

- ・ 一方で、川俣(2001)は、ウニの摂食活動は波動流によって制限されやすく、その摂食限界流速は 0.4m/s ほどであるとしている。

(磯焼け要因と対策)

- ・ 以上より、本海域における磯焼け要因は、ウニの食害であり、水深 2.0m 以浅では、波動流が早くキタムラサキウニが少ないため海藻が生育していると考えられた。
- ・ そこで、水深 2.0m 以浅に着定基質の天端面が設置されるように着定基質を整備する計画とした。

表 5.1-5 現地の状況 (撮影日：令和 2 年 2 月 25 日)

	現地盤	ブロック上
測線距離 40 m		
水深	2.2m	1.0m
測線距離 50 m		
水深	2.8m	1.6m

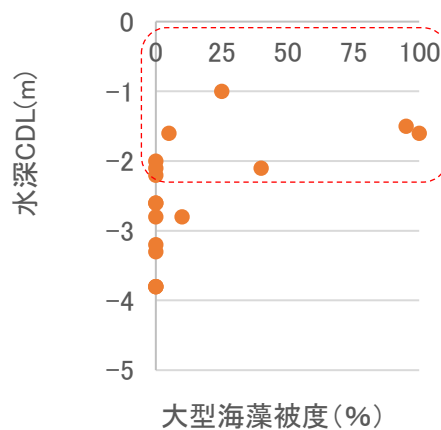


図 5.1-26 潜水調査結果 (調査日：令和 2 年 2 月 25 日)

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、漁業者要望及び現地調査結果より、アラメとした。

● 創造面積

図 5.1-25 に示す 10,000m²(100m×50m×2 エリア)を対象として藻場を創造するために表面積 3,920m²(196 基×20m²) のブロックを整備する。

● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

大きさは概ね 2.0m×2.0m×2.0m (縦×横×高さ) のブロックとする。材質はコンクリートとし、表面形状は凸凹があり、アラメ遊走子が着底しやすい形状とする(図 5.1-27 参照)。

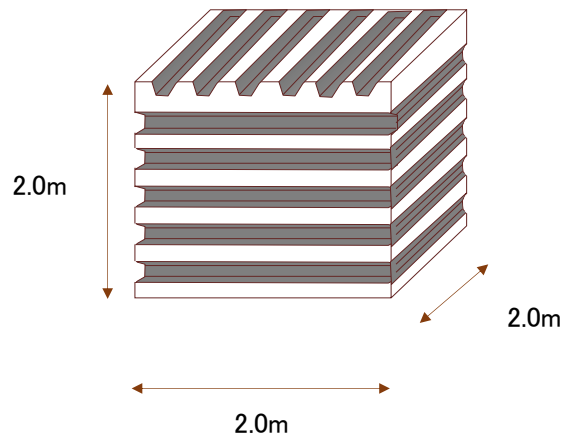


図 5.1-27 着定基質のイメージ

② 間隔

藻場の拡散は、遊走子の拡散が 10m 程度(柳瀬ら,1983)であるため、整備するブロックの間隔は 2~3m が望ましいが、施工の現実性(最低 5m) を踏まえて約 5m とする。施工のイメージを図 5.1-28 に示す。

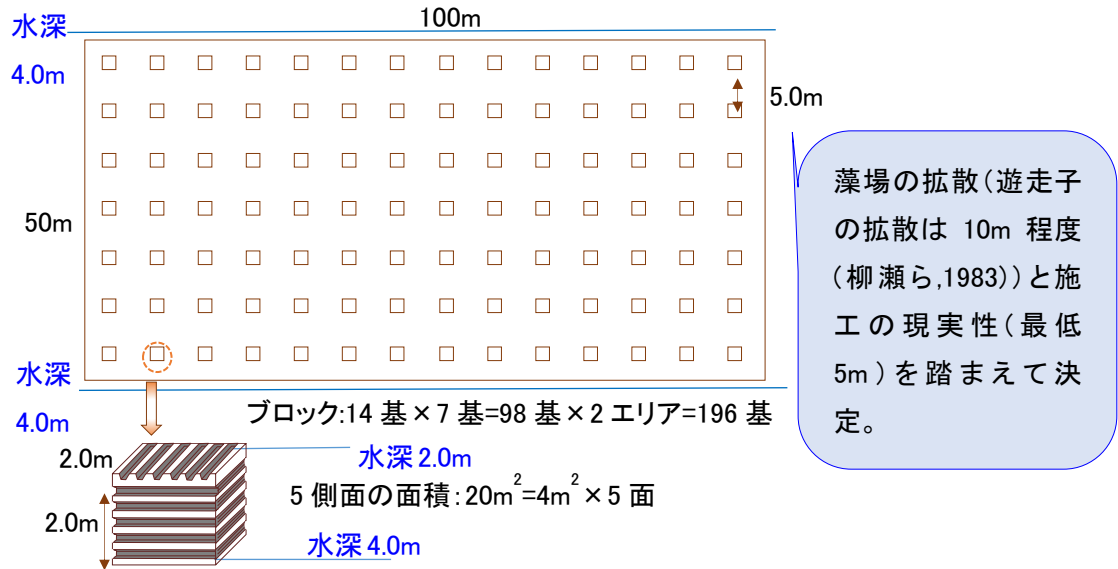


図 5.1-28(2) 施工イメージ

《施工イメージ》

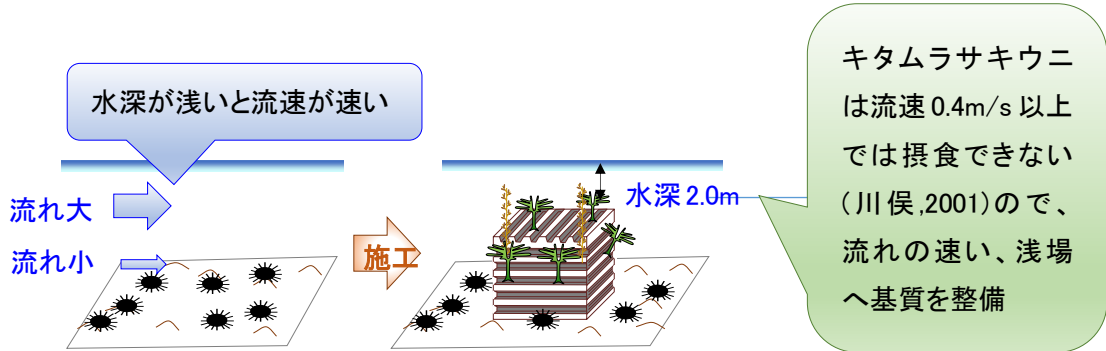


図 5.1-28(2) 施工イメージ

③ 時期

アラメの成熟期である9月~10月の前、8月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握
- エ. 着定基質の選定と配置の立案
- オ. 設計条件の決定
- カ. 安定質量の算定（滑動・転倒）
- キ. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

① 種の供給

- ・ (1) を参照する。

② ウニ除去

- ・ (1) を参照する。

③ 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、既存ブロックを再設置したエリアにおいて実施する。
- ・ 対策実施面積は、 $100\text{m} \times 50\text{m} \times 2 = 10,000\text{m}^2$ とする。

3) 整備工程計画

5-1 項 (3) 節 3) を参照する。

5.2 震災の地盤沈下による流況変化でウニの食害が顕著になった海域（気仙沼湾）

(1) 気仙沼湾

1) ハード整備

a. 対象海域

気仙沼湾における対象海域は、地元漁業者の要望から、図 5.2-1 に示す海域とする。

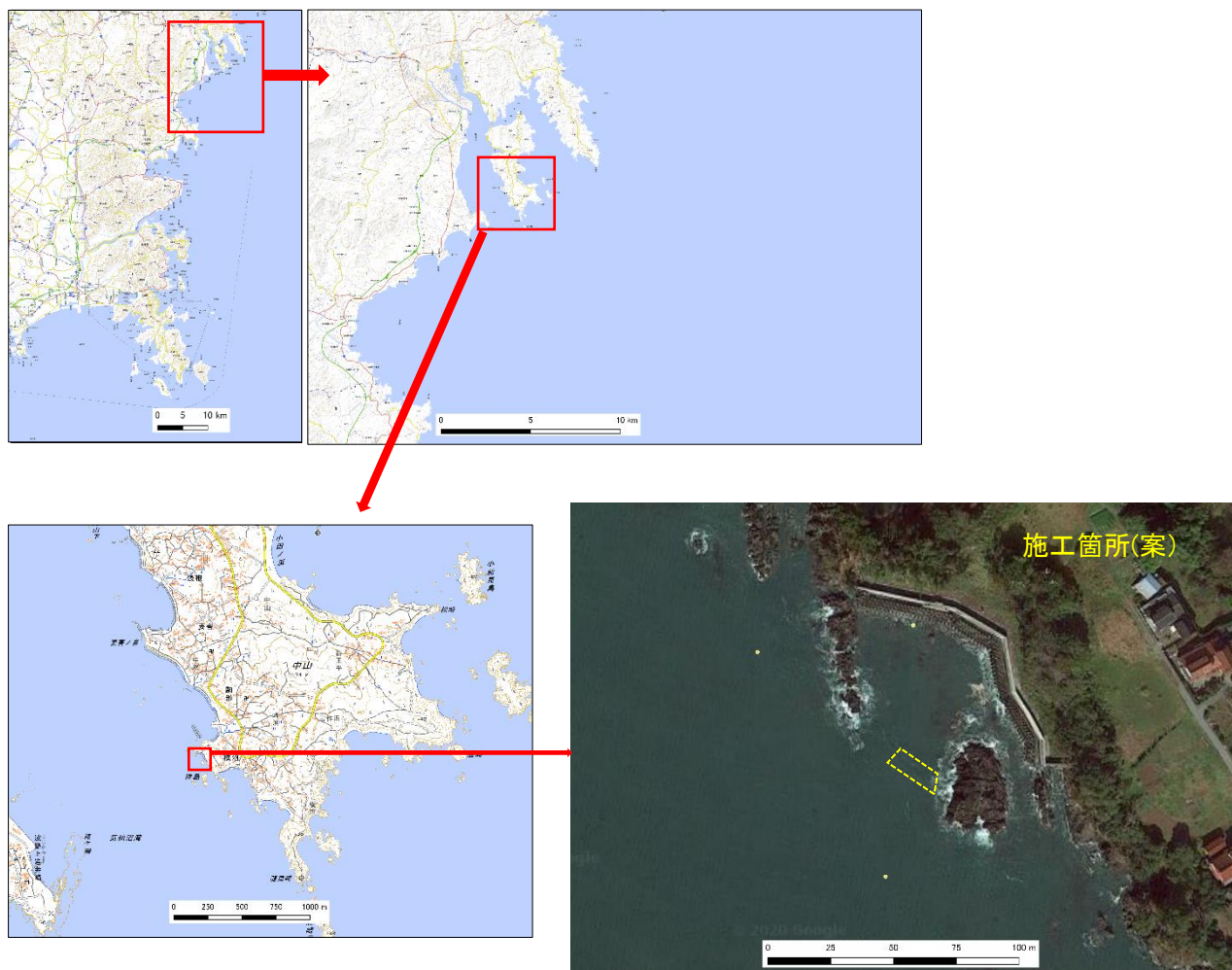


図 5.2-1 調査海域及びハード整備実施海域

b. ハード整備の考え方

(現地の状況)

- ・ 本海域では、大型海藻が全く見られなかった地点のキタムラサキウニの個体数の平均は 7.4 個体/m²、大型海藻が少しでも見られた地点のキタムラサキウニの個体数の平均は、1.7 個体/m²であった。これは、田邊ら(2019)の、宮城県において海藻が生育できるキタムラサキウニの適正密度は 3 個体/m²とする報告と合致した。

- ・ また、漁業者へのヒアリング調査の結果、本海域の底質は、東日本大震災以前は「砂混じりの礫」であり海藻が繁茂していたが、東日本大震災以降は、地盤沈下により流れが変化して、底質は、砂が消失して「礫」になり、海藻もみられなくなった事が分かった。
- ・ 川俣ら(2013)、北野ら(2019)は、ウニの食害により磯焼けが生じている海域において、底質に砂が混在した地点では、ウニ個体数が低下して藻場が形成される場合があると報告している。また、本調査においても、底質に砂が混在すると藻場が形成されやすいことが分かっている(図 5.2-2 参照)。

(磯焼け要因と対策)

- ・ 以上より、本海域における磯焼け要因はウニの食害であり、東日本大震災の地盤沈下による流れの変化により底質が「砂混じりの礫」から「礫」へ変化したために、ウニの個体数が増加したためと考えられた。
- ・ そこで、流れを変化させて底質を「礫」から「砂混じりの礫」へ変化させることによってウニの個体数を低減する方針とした。
- ・ 具体的には、対象海域の湾口部にブロックを整備する計画とした。

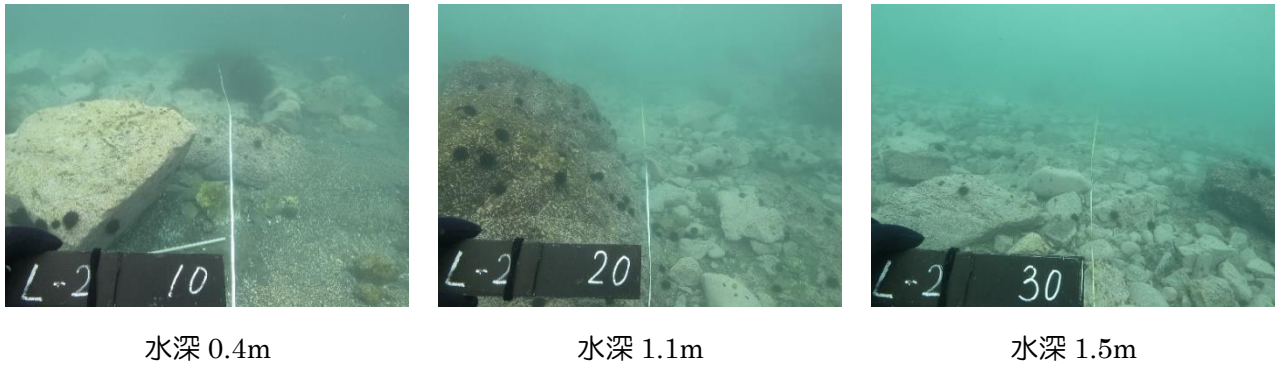
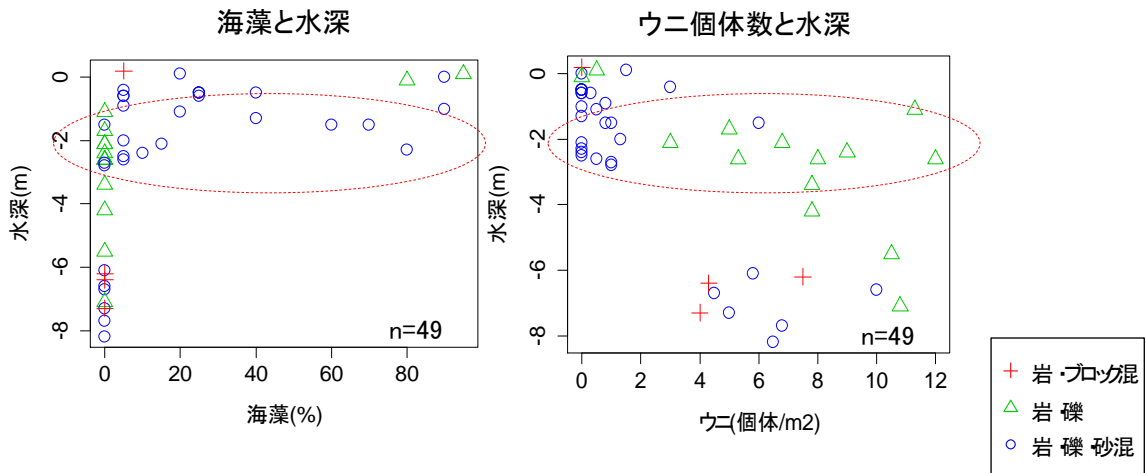


図 5.2-2 海底の状況(撮影日:令和2年1月22日)



図 5.2-3 底質に砂が混在する地点の海藻の助教(撮影日:令和2年1月22日、気仙沼湾)



(志津川湾及び気仙沼湾における現地調査結果から作図)

図 5.2-4 底質の違い（砂が混じる場合と岩・礫のみの場合）による比較

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、現地調査結果より、対象海域の周辺海域に繁茂しているアラメとする。

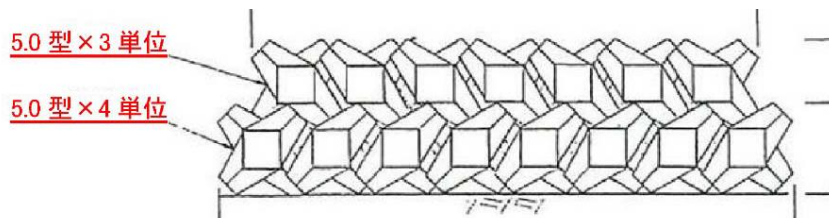
● 創造面積

図 5.2-5 に示す延長 30m、表面積 28m²のブロックを合計 37 基整備することによって、湾内の流動環境及び底質を変化させることによって、水深 5m 以浅の基質に藻場が形成されることを想定して、約 1.0ha を対象とした。

● 基盤の設置

① 基盤の大きさ・材質

5 トンの異形ブロックを 37 基組み合わせて、4m×5m×4m（上辺×下辺×高さ）の形状の防波堤を長さ 30m 整備する（図 5.2-5 参照）。



延長 L(m)	上段個数	下段個数	合計	表面積 (28m ²)	海藻附着面 *
30	18	19	37	1036	518

図 5.2-5 着定基質のイメージ

② 間隔

流況シミュレーション結果により湾内に砂が留まる流速となる基質の延長とする。ここでは、着定基質延長を 30m とした。基質の天端高は、海水交換は行われ、漂砂は湾内に残存する天端高とすることが望ましい。ここでは、天端高は水深 CDL=0m とした (図 5.2-6 参照)。

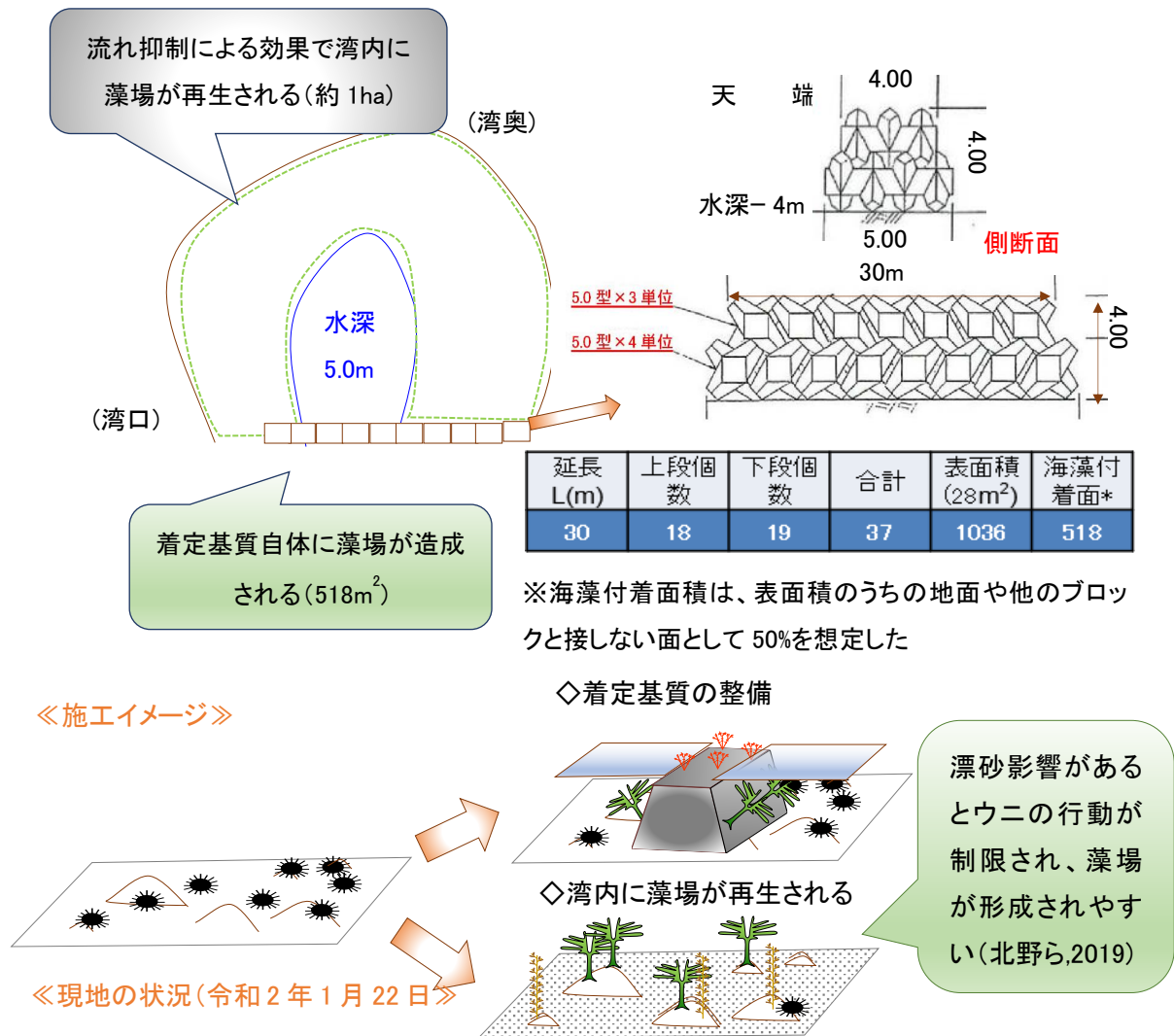


図 5.2-6 施工イメージ

③ 時期

アラメの成熟期である 9 月~10 月の前、8 月中までに施工を終えることが望ましい。

④ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握
- エ. 海況調査の実施
- オ. 着定基質の配置計画
- カ. 流れのシミュレーションによる底質変化の有無の確認
- キ. 設計条件の決定
- ク. 安定質量の算定（滑動・転倒）
- ケ. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

- a. 種の供給
 - ・ (1) を参照する。
- b. ウニ除去
 - ・ (1) を参照する。
- c. 実施海域
 - ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、流れを制御した対象海域とする。
 - ・ 対策実施面積は、10,000m²とする。
- d. 整備工程計画
 - ・ 5-1 項 (3) 節 3) を参照する。

5.3 ウニの実入りの低下により漁獲意識の低下が懸念される海域

(1) 志津川湾

1) ハード整備

a. 対象海域

志津川湾における対象海域は、現段階では地元漁業者の要望箇所がないため、今後検討していく。検討する条件は以下のとおりである。

- ・ハード整備により流れ藻やワカメ残渣が滞留しやすいこと
- ・海水交換がよくウニの生息適地であること
- ・浅所であり荒天時にも漁獲しやすいこと

b. ハード整備の考え方

《浅場へのハード整備》

(現地の状況)

- ・本海域では、大型海藻が全く見られなかった地点のキタムラサキウニの個体数の平均は、6.2 個体/m²、大型海藻が少しでも見られた地点のキタムラサキウニの個体数の平均は、0.5 個体/m²であった。これは、田邊ら(2019)の、宮城県において海藻が生育できるキタムラサキウニの適正密度は3 個体/m²とする報告と合致した。
- ・また、水深 3.0m 以浅では大型海藻が多くみられることが分かった(図 5.3-2 参照)。
- ・漁業者へのヒアリング調査では、ワカメの残渣が余剰していることが分かった。

(磯焼け要因と対策)

- ・以上より、本海域における磯焼け要因は、ウニの食害であると判断された。
- ・そこで、浅場に基質を整備して、海藻の着定基質を整備することによって、藻場を形成するとともに流れを抑制することによって流れ藻やワカメ残渣が留まる場を形成し、除去したウニを畜養する場を整備する計画とした。

《砂場へのハード整備》

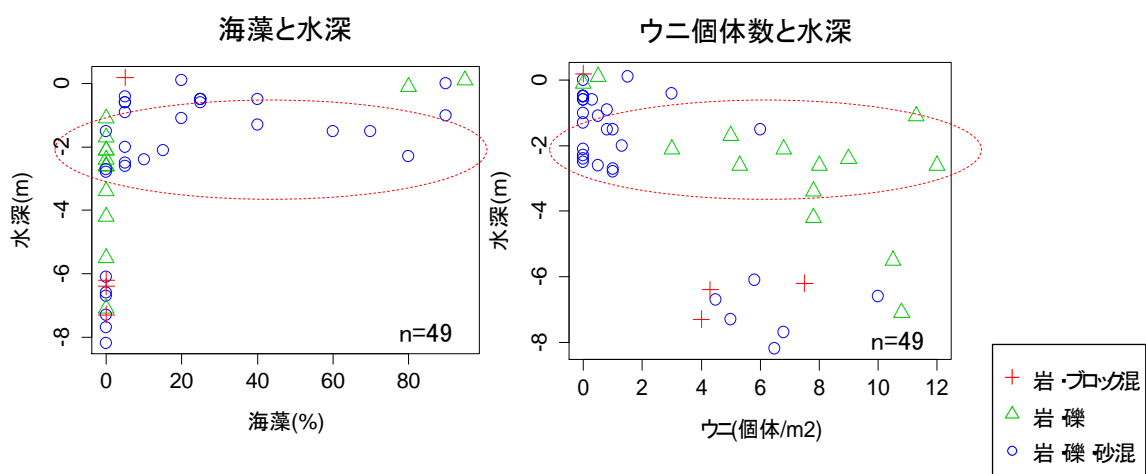
(現地の状況)

- ・上述のとおり、ウニの個体数が多いこと(大型海藻がみられない海域では6.2 個体/m²)、水深 3.0m 以浅では大型海藻が生育する可能性が高いことが分かった。

(磯焼け要因と対策)

- ・上述のとおり、磯焼け要因は、ウニの食害であると判断された。
- ・そこで、『浅場へのハード整備』を実施する海域の「周辺の岩礁」において、ウニを除去するソフト対策を実施する計画とした(詳細は、5-1 参照)。
- ・除去したウニを『浅場へのハード整備』した海域に移動することによって、「周辺の岩礁」では藻場が再生されるため、その周辺に着定基質を整備するハード整備を施すことにより、藻場の拡大を図る計画とした。

- 「周辺の岩礁」において再生した藻場の周辺海域の底質により、着定基質の設置条件は以下のとおりとなる。
- 【案1】周辺海域の底質が砂の場合
 - 周辺海域の底質が砂質域である場合、ウニの行動がある程度制限され基盤を設置することで藻場が形成される可能性が高いため（図 5.3-1 参照）、砂質域への基盤の整備を検討する。
 - 整備する着定基質の天端の水深は、現地の状況を確認して、ウニの食害がなければ海藻が生育できる水深（光合成による生産と呼吸による消費がバランスする水深）を見極めて、その水深よりも浅所に設定することが重要である。
 - また、整備する際には、予め砂層厚を計測し、砂層厚が厚い場合は、沈下、埋没する可能性が高いため砂層厚の変動を予め調べて沈下量を予測して、着定基質の高さを決めることが重要である。ブロックの洗掘や動揺による沈下もあるため、着定基質が砂層下の岩盤等の基質に達するまで沈下すると考えて、最大砂層厚以上の余裕を持った高さにするか、もしくは、試験礁を設置して実測される沈下量分の余裕を持った高さにするかよい。
- 【案2】周辺海域の底質が岩礁・礫帯の場合
 - 周辺海域の底質が岩礁域である場合、着底基盤を整備した後、ウニが進入して再び磯焼けになる可能性が高い。そのため、ウニの行動が抑制される流速を確保できる浅場に天端面が設置される水深帯への着定基質の整備を検討する。
 - 整備する着定基質の天端の水深は、令和2年3月の調査結果では水深3.0mであったが、海域が異なる可能性があるため、再度、現地の状況を確認して、ウニの個体数が3.0個体/m²以下で、大型海藻が繁茂する水深を見極めて、その水深よりも浅所に天端が整備されるように設定することが重要である。



(志津川湾及び気仙沼湾における現地調査結果から作図)

図 5.3-1【再掲】 底質の違い（砂が混じる場合と岩・礫のみの場合）による比較

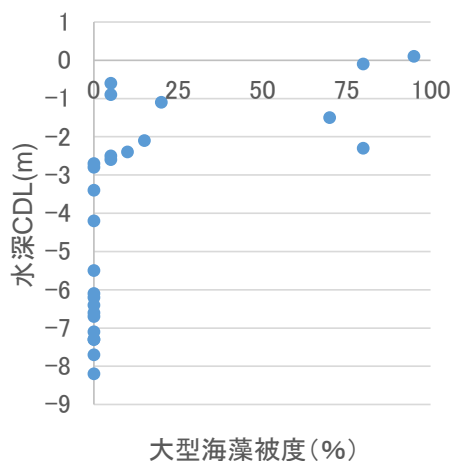


図 5.3-2(1) 潜水調査結果（調査日：令和2年3月7日）



水深 4.2m

水深 5.5m

水深 2.6m(砂混じりの基質)

図 5.3-3(2) 潜水調査結果（調査日：令和2年3月7日）

c. 整備条件

● 対象種

藻場の保全・創造の対象種は、漁業者要望及び現地調査結果より、アラメとする。

● 創造面積

《浅場へのハード整備》

図 5.3-4 に示す 1,500m² (30m×50m)を藻場造成するために表面積 2,450m²の異形ブロックを整備する。

《砂場へのハード整備》

図 5.3-4 に示す 5,000m²(100m×50m)を藻場造成するために表面積 3,960m²のカキ礁を整備する。

● 基盤の設置

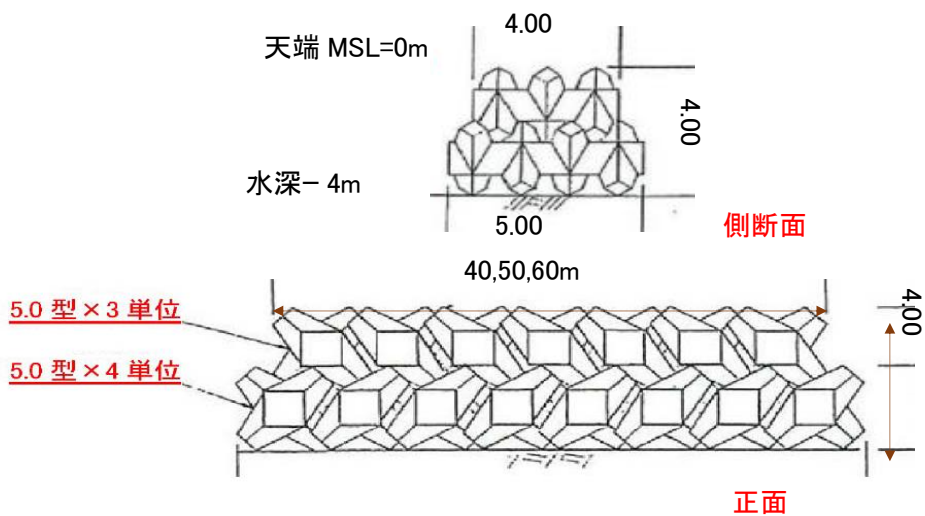
⑤ 基盤の大きさ・材質

《浅場へのハード整備》

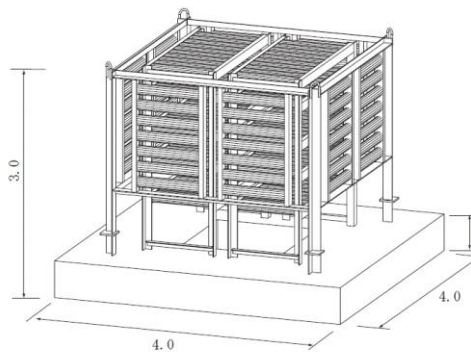
約5トンの異形ブロックを37基組み合わせて、4m×5m×4m（上辺×下辺×高さ）の形状の防波堤を長さ延べ150m分整備する（図5.3-4）。

《砂場へのハード整備》

基盤の高さは、天端面が、海藻が生育する水深に到達する高さとする。材質は、当該海域においてより藻場造成効果が高い基盤を選定できるように段階的に整備を進めることが望ましい。具体的には、まず、1年次は、カキ殻礁やコンクリート礁など、数種の基盤を整備して、2年次以降は、藻場造成効果がより高かった基盤を整備する。



延長 L(m)	上段個数	下段個数	合計	表面積(28m ²)	海藻付着面 [※]	海藻付着面の合計
40	23	24	47	1,316	658	2,450
50	29	30	59	1,652	826	
60	34	35	69	1,932	966	



カキ礁の表面積: 3,960m² = 66基 × 60m²

66基: 11基 × 6基

60m²: 4m × 3m × 5面

図 5.3-4 着定基質のイメージ

⑥ 間隔

《浅場へのハード整備》

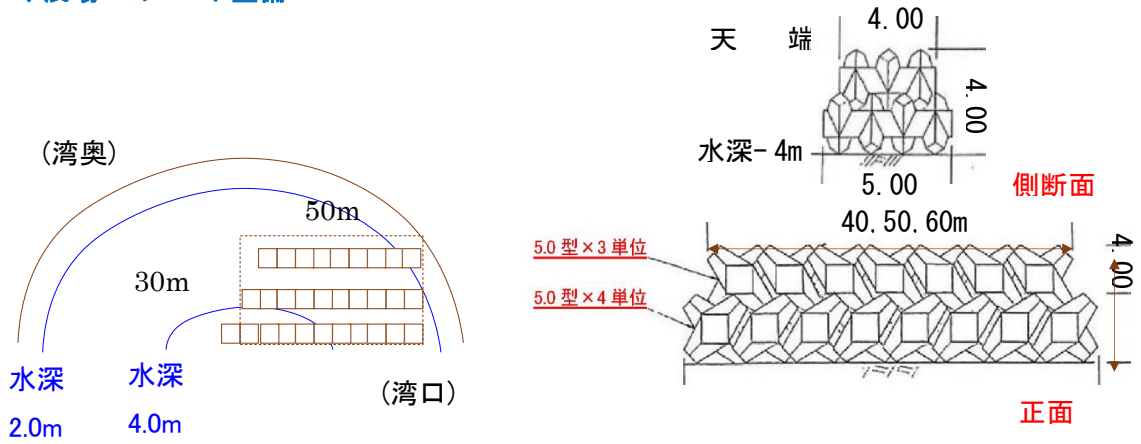
流れを抑制する配置を検討して整備する。

図 5.3-5 に示す配置を想定しているが、実施前に流れ藻が留まる配置計画の立案が重要である。

《砂場へのハード整備》

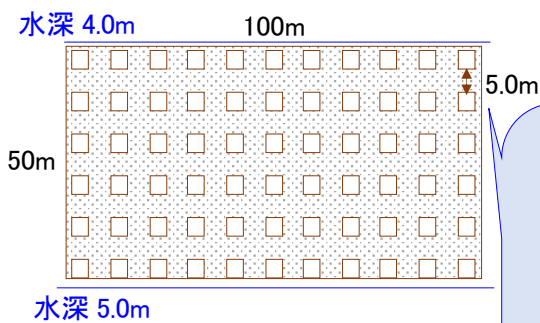
藻場の拡散（遊走子の拡散は 10m 程度（柳瀬ら、1983）と施工の現実性（最低 5m）を踏まえて、約 5m とする。施工イメージを図 5.3-5 に示す。

◆浅場へのハード整備

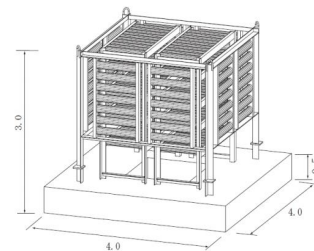


◆砂場へのハード整備

5,000m²(100m × 50m)の藻場造成するために表面積 3,960m²のカキ礁を整備。



藻場の拡散（遊走子の拡散は 10m 程度（柳瀬ら、1983）と施工の現実性（最低 5m）を踏まえて決定。



カキ礁の表面積: 3,960m²
 = 66 基 × 60m²
 66 基: 11 基 × 6 基

図 5.3-5 施工イメージ

⑦ 時期

アラメの成熟期である9月~10月の前、8月中までに施工を終えることが望ましい。

⑧ 事前調査の実施

施工前の事前調査では、以下の項目について調査を実施する必要がある。

- ア. 漁業者ヒアリングによる要望確認
- イ. 施工場所の海底地形の把握
- ウ. 藻場分布調査による藻場分布域、下限水深の把握
- エ. 着定基質の選定と配置の立案
- オ. 波動流のシミュレーション
- カ. 設計条件の決定
- キ. 定質量の算定（滑動・転倒）
- ク. 着定基質と配置の決定

2) ソフト対策

a. 種の供給

- ・ (1) を参照する。

b. ウニ除去

- ・ (1) を参照する。

c. 実施海域

- ・ 上記で示した種の供給とウニ除去は、着定基質を整備したエリア及びその周辺海域において実施する。
- ・ 対策実施面積は、5.5ha とする。

3) 整備工程計画

ハード・ソフト対策が一体となった磯焼け対策の工程を表 5.3-1 に示した。

- ・ 0 年次は、地形測量を 12 月までに実施し、藻場分布調査（浅場、砂場周辺）を 1 月中に実施する。その後、流れのシミュレーションを経て基質の配置計画を策定する。
- ・ 1 年次は、5 月ごろまでに着生基質を整備し、その後 7 月、10 月、1 月に周辺海域におけるウニやアワビを確認し、ウニが多い場合には除去して浅場へ移動させる。1 月以降はワカメ残渣を投入する。
- ・ 2 年次以降は、周辺海域でウニやアワビの個体数を確認するとともに浅場ではウニの実入りの確認、出荷を実施する。その後、7 月、10 月、1 月には周辺海域でウニやアワビの個体数及び海藻の有無について確認する。10 月にはアラメのスポアバックを設置してアラメの拡大の促進を図る。1 月にはワカメ残渣を投入し、ウニの実入りの促進を図る。
- ・ 2 年次以降、天然岩礁で藻場の回復が確認された場合は、砂場への着定基質の整備を開始する。

表 5.3-1 志津川湾における磯焼け対策の工程

0年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地形測量(浅場と砂場)										○			
藻場分布調査(浅場と砂場)											○		
流れのシミュレーション(浅場)												○	
基質の選定・決定(浅場と砂場)													○
配置計画(浅場と砂場)													○
1年次		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置(浅場での整備)			○										
ウニ	個体数の確認(周辺の磯)				○			○			○		
	除去(エリアを決めて実施)				○			○			○		
整備した浅場へ再放流					○			○			○		
実入りの確認/出荷													
給餌	整備した浅場へワカメ残渣投入										○	○	○
アラメ	スポアバックの設置(周辺の磯)							○					
2年次以降		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
着底基質の設置(砂場での整備)※						○							
ウニ	個体数の確認(周辺の磯)	○			○			○			○		
	除去(エリアを決めて実施)	○			○			○			○		
整備した浅場へ再放流		○			○			○			○		
実入りの確認/出荷		○	○	○									
給餌	整備した浅場へワカメ残渣投入	○	○	○						○	○	○	○
アラメ	分布状況の確認(周辺の磯)	○						○			○ (芽生え)		
スポアバックの設置								○					
" 回収		○											

※ 効果を確認しつつ、段階的に整備を進めることが望ましい。

() 内は整備対象とする場所

(2) その他の海域

- ・ ハード対策を必要としない候補地（網地島、寄磯前網 等）については、種の供給ウニの除去などのソフト対策を「水産多面的機能発揮対策」により実施することとし、表 5.3-1)、2) を参照する。

5.4 優先順位の検討

整備の優先順位の検討は、水産環境整備の選定基準に基づき、先に整備候補地として選定した9地区について各採択基準項目の評価を行い、各地区の整備の優先順位を決定した。(表 5.4-1、表 5.4-1-2 参照)

この評価による整備の優先順位は以下のとおりである。

表 5.4-1 採択評価項目

採択評価項目
①事業採択基準
②適地の存在の有無
③工事による他漁業への影響
④磯焼けの進行具合
⑤海中造林を実施できる
⑥ウニ除去を実施できる
⑦藻場の拡散範囲
⑧維持管理の体制
⑨磯根資源への依存度
⑩自治体の費用負担

表 5.4-2 整備優先順位検討表

海域	支所からの要望			R2年 予定	R3年 予定	R4年 予定	R5年 予定	R6年 予定	R7年 予定	R8年 予定	R9年 予定	備考
	場所	事業内容(主な対象)	箇所									
北部	大島	流れ抑制工(アラメ・ウニ・アワビ)	1			測量 試験	◎					流れシミュレーション
	志津川	流れ抑制工(アラメ・ウニ・アワビ)	1							測量 試験	◎	流れシミュレーション
中部	雄勝東部	既設ブロックの再利用による 着定基質整備(アカモク)	1			測量 試験	◎					
	女川	着定基質整備(アラメ・ウニ・アワビ)	1					測量 試験	◎			
	谷川	着定基質整備(アラメ・ウニ・アワビ)	1							測量 試験	◎	流れシミュレーション
	表浜	着定基質整備(アラメ・ウニ・アワビ)	1	測量 試験	◎							流れシミュレーション
	七ヶ浜	着定基質整備(アラメ・ウニ・アワビ)	1					測量 試験	◎			

6 留意事項

6.1 モニタリング・維持管理

対策の実施後は、PDCA サイクルを適切に運用して順応的な管理を推進するために、モニタリングによって藻場の生育状況等に関するデータを収集し、ハード・ソフト対策の成果を確認する。

モニタリングについては、以下の項目、時期に実施することが望ましい(表 6.1-1 参照)。なお、一旦、藻場が形成されても、後から侵入してきたウニ類など植食動物の棲み場となり、藻場が消滅する可能性があり、「気がついたら磯焼けになっていた」ということもあることから、藻場が形成された後についても、最低年1回(繁茂期)、定期的にモニタリングすることが望まれる。藻場のモニタリング手法については、船上から目視によって確認する手法、潜水によって確認する手法がある。潜水による調査等、専門家による調査が必要になる場合は、漁業者や地域住民等の協力を得つつ、対策実施者が行う。

モニタリングの結果、必要に応じて、食害生物の継続的な除去の実施など、適切な維持管理を実施する必要がある場合には、水産多面的機能発揮対策事業などの活用も検討することが重要である。

また今後は、以下の点に留意して維持管理を実施していくことが重要である。

- (ア) これら上記に示したモニタリング結果については、最低でも年1回『磯焼け対策会議』を継続的に開催し、成果、課題、工夫点などについて、報告・協議し、全県的な情報共有を図り、他の地域へ水平展開するとともに、全国磯焼け対策会議の場や水産多面的機能発揮対策情報サイト等を活用して全国的な情報共有を図る。
- (イ) 気候変動の影響等により海域環境の変化が予測されている状況を踏まえ、モニタリングは長期的に実施する。
- (ウ) 広域的視点から対策を推進する観点から、対策実施箇所にとどまらず、沿岸全域を俯瞰的に見て、海域環境の変化を把握する。

表 6.1-1 モニタリング項目

対象	目的	方法	実施時期	備考
藻場	海藻分布	船上目視 (または潜水観察)	繁茂期1回以上	
	ウニの個体数	〃	繁茂期・衰退期 2回以上	
	着生基質の状況 (浮泥、付着物)	〃	〃	
環境	水温	水温計による観測	毎週1回	みやぎ水産NAVI http://www.miyagi-suisan-navi.jp/
	波浪	波高計による観測	高波浪時	国土交通省ナウファス https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/
	水環境	河川水位・流量の確認	出水時	国土交通省水文・水質データベース http://www1.river.go.jp/

6.2 計画の見直し・改善

藻場ビジョン策定の際に設定した目標とモニタリング結果を照らし合わせ、設定した目標に達していない場合にはその要因を分析し、計画の見直し・改善を行い順応的な管理を行う必要がある。

また、気候変動等による海域環境の急激な変化や漁業情勢の変化が生じた場合においても、その変化に応じて計画の見直し・改善を行う必要がある。宮城県が中心となる磯焼け対策会議を継続的に実施し、各漁業組合と連携してPDCAサイクルの着実な運用を図る（図 6.2-1 参照）。

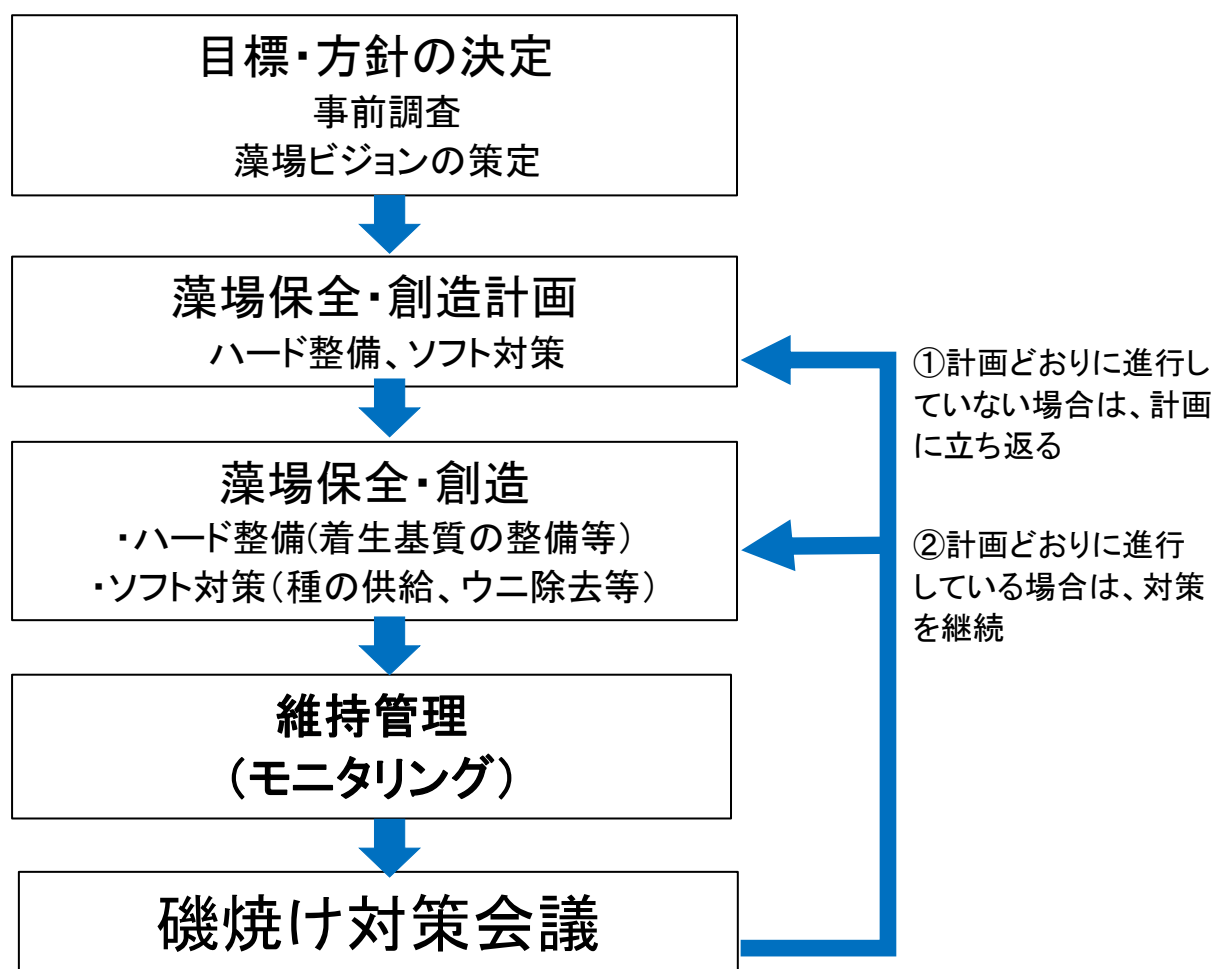


図 6.2-1 維持管理

7 引用文献

- ・ 海上保安庁水路部測量課：三陸沖（南部）海底地形、地質構造調査報告書。
- ・ 海上保安庁第二管区海洋情報部「沿岸の流れ（流向・流速頻度統計分布図）」。
- ・ 川俣茂(2001)：北日本沿岸におけるウニおよびアワビの摂食に及ぼす波浪の影響とその評価，水研センター研報，第1号，59—107。
- ・ 川俣茂・吉浦敏・田中敏博・徳永成光・久保満(2013)：鹿児島県笠沙町崎ノ山の造成藻場はなぜ長期間、広域に維持、拡大したのか，2012年度日本水産工学会 学術講演会 講演論文集，7-10。
- ・ 環境庁 自然保護局（1998年3月）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平成28（2016）年3月）平成27年度 東北地方太平洋沿岸地域 植生・海域等調査 調査報告書。
- ・ 気象庁(2015.3)：異常気象レポート2014。
- ・ 北野慎容・田所悟・藤川義一・橋本雅之(2019)：底質かく乱により形成されたマコンブ場の事例，2019年度日本水産工学会学術講演会 学術講演論文集，47-48。
- ・ 坂巻隆史・西村修(2014)：震災による宮城県沿岸における生態系の変化，木学会論文集 B3（海洋開発），Vol. 70, No. 2, I_31-I_36。
- ・ 水産庁(2015)：改訂 磯焼け対策ガイドライン，199pp。
- ・ 田邊徹，澁谷和明，庄子充広，押野明夫，石川哲郎(2019)：宮城県北部沿岸における2015～2017年のキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* の分布状況からみた個体密度管理，宮城水産研報第19号。
- ・ 仲岡雅裕，鈴木孝男，太齋彰浩，坂西芳彦，倉島 彰，青木優和，田中次郎。東北地方太平洋沖地震が沿岸生態系に及ぼした影響。モニタリングサイト1000 沿岸域調査（磯・干潟・アマモ場・藻場）2008・2012年度とりまとめ報告書。環境省自然環境局生物多様性センター，富士吉田。2013; 74・80。
- ・ 柳瀬ら(1983)：カジメ群落拡大に関する研究、静岡県水試伊豆分場資料，143。