

7.3. 環境負荷の低減に向けた環境影響評価手法の取り纏め

7.3.1. 潮流発電事業における環境影響評価項目の選定

対象となる事業段階は大きく分けて、潮流発電設備を設置する建設工事、潮流発電機のブレードを回転させて発電を行う稼働中、事業終了後に潮流発電機等を撤去する撤去工事であると考えられる。なお、撤去工事では建設工事と概ね同様の作業が行われることから、ここでは大きく工事中、稼働中の2つの事業段階とした。潮流発電事業における環境影響評価項目（案）を表7.3-1に示す。

調査結果から環境影響評価に必要と思われる項目を抽出した。

(1) 潮流発電事業において必要だと考えられる環境影響評価項目

- | | |
|----------|---------------------------|
| ・ 流動の変化 | ・ 水質における濁り |
| ・ 水中音 | ・ 海底の直接改変（ケーブル敷設による） |
| ・ 海域の動植物 | ・ 鳥類、貴重種（サンゴ、ウミガメ等）、海産哺乳類 |
| ・ 漁業への影響 | ・ 地域経済（船舶航路含む） |

(2) 事業規模や地域特性によって必要と考えられる項目

- | | |
|---------|-------------------|
| ・ 大気質 | ・ 騒音（陸上）、振動、低周波 |
| ・ 波の変化 | ・ 重要な地形、土地の改変（陸上） |
| ・ 産業廃棄物 | ・ 人と自然との触れ合いの活動の場 |

表 7.3-1 潮流発電事業における環境影響評価項目の選定

環境影響評価の評価項目の選定				平成26年、27年の 環境省潮流発電事業での検討項目	平成27年度洋上風力発電所等に係る環境影響評価の基本的な考え方に関する検討会	平成7年度、平成9年度メガフロート研究成果	欧米における潮流発電の環境影響の評価項目 ^{※1}	選定理由、特に考慮すべきポイント					
環 境 要 素 の 区 分													
1 大気環境	1-1 大気質	1-1-1	窒素酸化物	×	×	○(工事・稼働)	—	潮流発電の環境影響評価として評価すべきと考えられる項目 ^{※2}					
		1-1-2	粉じん等										
		1-2 騒音	1-2-1	騒音(陸上)	×	○(稼働)	○(工事・稼働)		—				
			1-2-2	低周波音									
	1-3 振動	1-3-1	振動	×	×	○(工事・稼働)	—						
2 水環境	2-1 流動の変化	2-1-1	流向・流速	○(稼働)	○(稼働)	○(工事)	○(物理的プロセス)						
		2-2 波の変化	2-2-1	波高・周期	×	×		○(稼働)					
	2-3 影の出現	2-3-1	水温	×	×	○(稼働)							
		2-3-2	光(照度)		×(影:条件付)								
	2-4 水質の変化	2-4-1	濁り	○(工事・稼働)	○(工事)	○(工事)	他項目で言及						
		2-4-2	水の汚れ(水質汚濁)	×	×	○(稼働)							
	2-5 水中音の変化	2-5-1	水中騒音	○(工事・稼働)	○(工事・稼働)	○(工事・稼働)	○						
		2-6 底質の変化	2-6-1	底質(有害物質)	×	○(工事)	×	他項目で言及					
	2-6-2		底質(有機汚染)	×	×	○(工事・稼働)							
	3 土壌環境	3-1 地形及び地質	3-1-1	重要な地形	○(稼働)	×(条件付)	○(海岸線)	他項目で言及					
3-1-2			土地の改変(陸上)	×	×	×	—						
			3-1-3				海底の直接改変	他項目で言及					
3-2 地盤			3-2-1	地盤の変化	×	×	×	—					
		3-3 土壌	3-3-1	土壌の変化	×	×	×	—					
4 生態系		4-1 植物(海域)	4-1-1	植物プランクトン	○(工事・稼働)	×(条件付)	○(工事・稼働)	沿岸生態系、底生生態、魚類生態として言及					
	4-1-2		海藻草類	○(工事)									
	4-2 動物(海域)	4-2-1	動物プランクトン	○(工事・稼働)	×(条件付)	○(工事・稼働)							
		4-2-2	底生生物										
		4-2-3	魚類		○(工事)								
		4-2-4	海産哺乳類		×		—						
	4-3 動物(陸上)	4-3-1	鳥類	×	○(稼働)	×	○(海洋鳥類)						
	4-4 生態系	4-4-1	貴重種(ウミガメ・サンゴ)	×	○(工事)	×	沿岸生態系、底生生態、魚類生態として言及						
		4-4-2	(潮間帯)付着生物		○(工事)	○(工事・稼働)							
		4-4-3	魚卵・稚仔魚		×(条件付)	○(工事・稼働)							
5 環境負荷		5-1 廃棄物等	5-1-1		廃棄物	○(工事・稼働)		従来の臨海部の事業と同様に取り扱う	×	法的枠組み及び政策的背景として言及			
5-1-2	残土												
5-2 温室効果ガス	5-2-1	温室効果ガス	×	放射線	×								
	5-2-2	放射線											
	6 地域社会	6-1 漁業への影響				6-1-1	操業範囲	○(工事・稼働)	×	×	○(商業漁業)		
6-1-2	網集効果	×											
6-2 地域経済	6-2-1 工事	6-2-2 運用	×	×	×	○(社会経済学)							
							6-2-3 船舶航路	×	×	○(工事・稼働)	○		
								6-3 人と自然との触れ合いの活動の場	6-3-1	景観	○(工事・稼働)	○(稼働)	×
							6-3-2	レクリエーションへの影響	×	(条件付)		○(工事・稼働)	○

△	△	陸上施設に係る建設工事の規模により検討する。
△	△	潮流発電装置の稼働による大気質への影響は考えられない。
△	△	陸上施設の周辺に民家等が存在する場合は検討する。
×	△	
△	△	潮流発電装置の存在、稼働により、流況の変化が考えられる。
×	○	
×	△	潮流発電装置の規模により、波高・周期の変化を検討する。
×	×	潮流発電装置の存在、稼働による水温への影響は考えられない。
×	×	潮流発電装置の存在、稼働による光(照度)への影響は考えられない。
○	○	海底ケーブル敷設工事による濁りの発生、潮流発電装置の稼働による濁りの発生が考えられる。
×	×	水質汚濁に影響する排水等の排出は考えられない。
○	○	海底ケーブル敷設等の工事、潮流発電装置の稼働による水中騒音の発生が考えられる。
×	×	有害物質、重金属等による底質の汚染は考えられない。
×	×	建設工事、装置の存在、稼働による底質の有機汚染は考えられない。
△	△	陸上施設及び潮流発電装置設置海域周辺に重要な地形がある場合は検討する。
△	△	陸上施設の建設に伴う大規模な土地の改変を伴う場合には検討する。
○	×	海底ケーブル敷設工事による影響が考えられる。
×	×	地盤への影響は考えられない。
×	×	土壌への影響は考えられない。
○	○	海域における工事、及び潮流発電装置の存在、稼働による影響が考えられる。
○	○	
○	○	
○	○	
△	△	事業区域周辺において貴重種が確認される場合に検討する。
△	△	
○	○	海域における工事、及び潮流発電装置の存在、稼働による影響が考えられる。
○	○	
△	△	陸上施設の建設工事に伴い、大量の廃棄物、残土が発生する場合に検討する。
△	△	建設工事、装置の存在、稼働による温室効果ガスの大量発生は考えられない。
×	×	建設工事、装置の存在、稼働による放射線量の増加は考えられない。
×	○	潮流発電装置の存在により、地元漁業への影響が考えられる。
×	○	建設工事、装置の存在、稼働による地元経済への影響が考えられる。
○	○	
○	○	
○	○	
×	△	潮流発電機の設置方法によっては検討する。
△	△	事業区域周辺においてレクリエーション施設がある場合は検討する。

※1:「環境影響評価書テンプレート アクアテラ社(2018)」を参考。海域での環境影響評価項目についてまとめられていることから、陸上の項目は“—”とした。

※2: 凡例について、環境影響評価項目として選定すべき項目は“○”、条件付きで選定すべき項目は“△”、今のところ選定する必要のない項目は“×”とした。

7.3.2. 環境影響評価項目における評価手法

環境影響評価においては、環境の状態の変化等を定量的に予測する定量的手法と、定性的に評価する定性的手法の2つの評価手法が用いられている。

定量的手法によって評価が可能な項目として、流動に関する数値シミュレーション、大気質、陸上の騒音、振動等があげられる。こうした計算によって得られた結果は一定の条件の下で統計的に成り立つものであり、様々な要因によって現実とは異なる可能性があること、不確実性があることには注意が必要である。

一方、定量的手法では評価が困難な項目については、定性的手法を用いることとなる。潮流発電事業においては、生態系に係る多くの生物への影響、また現状ではモデル化が困難な水中音等の項目が対象となる。現在、国内における潮流発電事業に関する知見は乏しく、定性的手法による評価に対する信頼度は十分ではないと考えられる。今後、類似事例の収集、整理、分析が進むことにより、評価に対する信頼度の向上が図られることが期待される。

潮流発電事業における環境影響評価についての知見を蓄積するため、事業実施中についても現地での環境調査を行なった。本潮流発電事業について、潮流発電機設置工事は夜間に短時間で行われたため調査時期からは除外し、潮流発電装置稼働中を対象時期とした。

本事業中における調査項目、調査時期等について表 7.3-2 に示す。

表 7.3-2 本潮流発電事業実施中における調査項目

調査項目	調査実施時期			調査内容等	備 考
	発電機 設置前	発電機設置後			
		稼働なし	稼働中		
水質調査	—	2 回	2 回	多項目水質計による現地観測 水温、塩分、濁度、クロロフィル a	発電機付近の観測は、安全を考慮して 行うこと
水中音調査	—	2 回	2 回	ハイドロホンを使った現地観測 周波数分解による解析	
潮流調査	1 回	3 回		ADCPを用いた曳航観測 発電機の設置による影響を検討	調査測線については検討を要する
鳥類調査	—	3 回		現地での目視観測 事前調査でミサゴを確認	St. 3付近の営巣状況に注意
地形及び地質	—			陸繋砂州、ビーチロックの写真撮影	他調査の空き時間で対応
海産哺乳類	—			各調査実施時に周囲を確認する	漁業関係者への聞取り
海藻草類調査	—	1 回 (令和 4 年 1 月に予定)		St. 3の 1 測線で実施 事前調査でサンゴの成育を確認	サンゴの成育状況に注意

(1) 水質調査

水質調査は、潮流発電機の稼働に伴い濁りの発生が懸念されることから調査を行なった。潮流発電機に最も近い St. 1（図 7.1-1 参照）における濁度の観測結果を図 7.3-1 に示す。

2021 年 5 月の海底付近で僅かに濁度が上昇しているのは、着底の際に海底の影響を受けたためであると考えられる。調査時には海面での濁りの発生や変色等も確認されなかったことから、潮流発電機の稼働による濁りの発生はなく、水質への影響は軽微であったと考えられる。

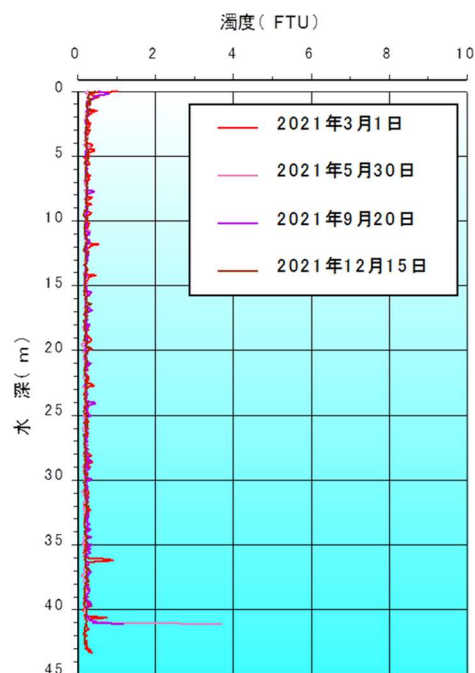


図 7.3-1 濁度の鉛直観測結果

(2) 水中音調査

水中音調査は、潮流発電機が存在及びタービンの回転により発生する水中音により魚類への影響が懸念されることから調査を行なった。潮流発電機に最も近い St. 1（図 7.1-1 参照）における水中音調査結果を図 7.3-2 に示す。

2015 年 11 月は本事業実施前、2021 年 5 月は潮流発電機設置後（稼働なし）、2021 年 9 月は潮流発電機設置後（稼働あり）の結果である。ブレードが回転して潮流発電機が稼働している状況では、5m 層、20m 層ともに水中音圧レベルが高くなっていることが示されている。100～1kHz の合成値では、魚類に対する影響は「誘致レベル」であると考えられる。

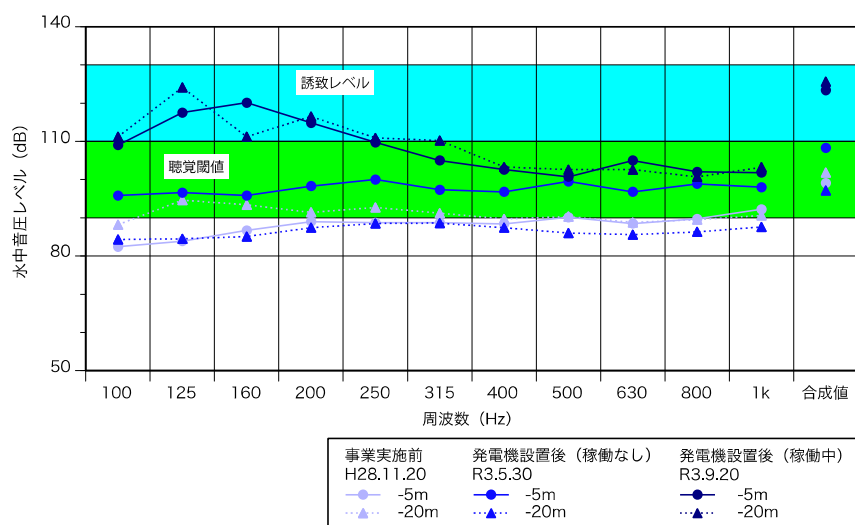


図 7.3-2 パワー平均の周波数解析結果（St. 1）

(3) 潮流調査

潮流調査について、当初は事業実施前と同様に ADCP を海底に設置して 1 ヶ月程度の連続観測を行う計画であった。しかし、潮流発電機設置後の ADCP 設置作業は危険が伴うことなどから定点での連続観測を断念し、ボトムトラック機能を有する ADCP を用いた流れの水平分布調査を行なうこととした。

調査範囲、調査測線等は数値シミュレーションの結果を元に設定し、観測は南流時に行なった。また、流れの水平分布については事業実施前の状況を確認していなかったことから、潮流発電機設置前に 1 回、設置後に 3 回、計 4 回の調査を実施した。



注：図中の●は測線維持のための目印のようなものであり、観測は東西方向の測線で実施。●、●は補足として 2020 年 11 月に南北方向に実施したもの

図 7.3-3 潮流調査範囲

潮流発電機設置前（2020 年 11 月）の流れの水平分布を図 7.3-4 に示す。ちなみに、この時の流速は 1～1.5m/s である。

流速の水平分布をみると、水深の浅い奈留島側（東側）の流速は小さいものの、瀬戸中央部の流速は水深、場所ともに大きな違いはみられなかった。

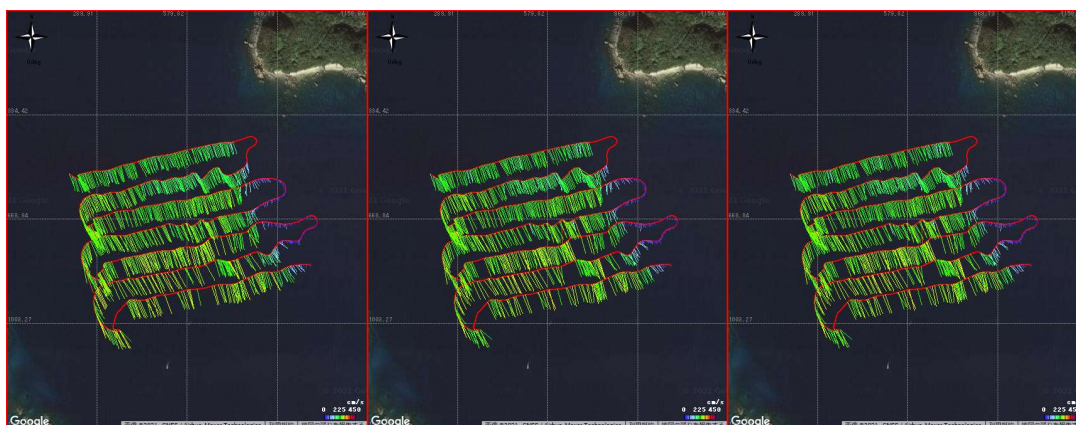


図 7.3-4 潮流発電機設置前の流れの水平分布（左から水深 26m、28m、31m）

潮流発電機設置後（2021 年 3 月）の流れの水平分布を図 8.3-5 に示す。ちなみに、この時の流速は 1～1.5m/s の状況である。

潮流発電機から南側の東経 128 度 54 分 40 秒～42 秒付近に底層の流速が相対的に小さい場所があり、潮流発電機設置前とは有意な差が認められた。

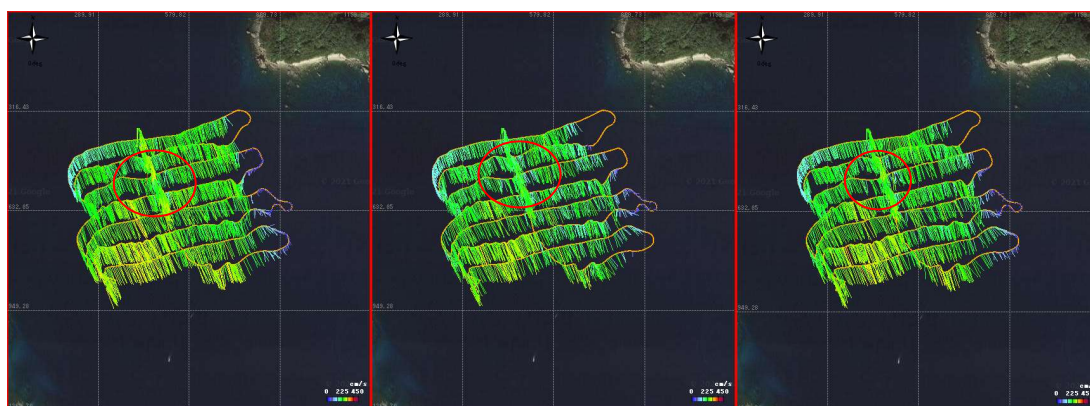


図 7.3-5 潮流発電機設置後の流れの水平分布（左から水深 26m、28m、31m）

さらに、潮流発電機付近での流速の変化を計測した。計測位置及び流速分布を図 7.3-6 に示す。なお、図中のマークは航跡と流速鉛直分布図で対応している。

潮流発電機付近では流速に明らかな影響があり、水深 20m 付近から流速の減少が認められる。水深 20～30m 付近で最も流速が減少し、それより深い層では流速が次第に増している。ただし、この時の調査では水平方向の影響範囲までは明らかにならなかった。

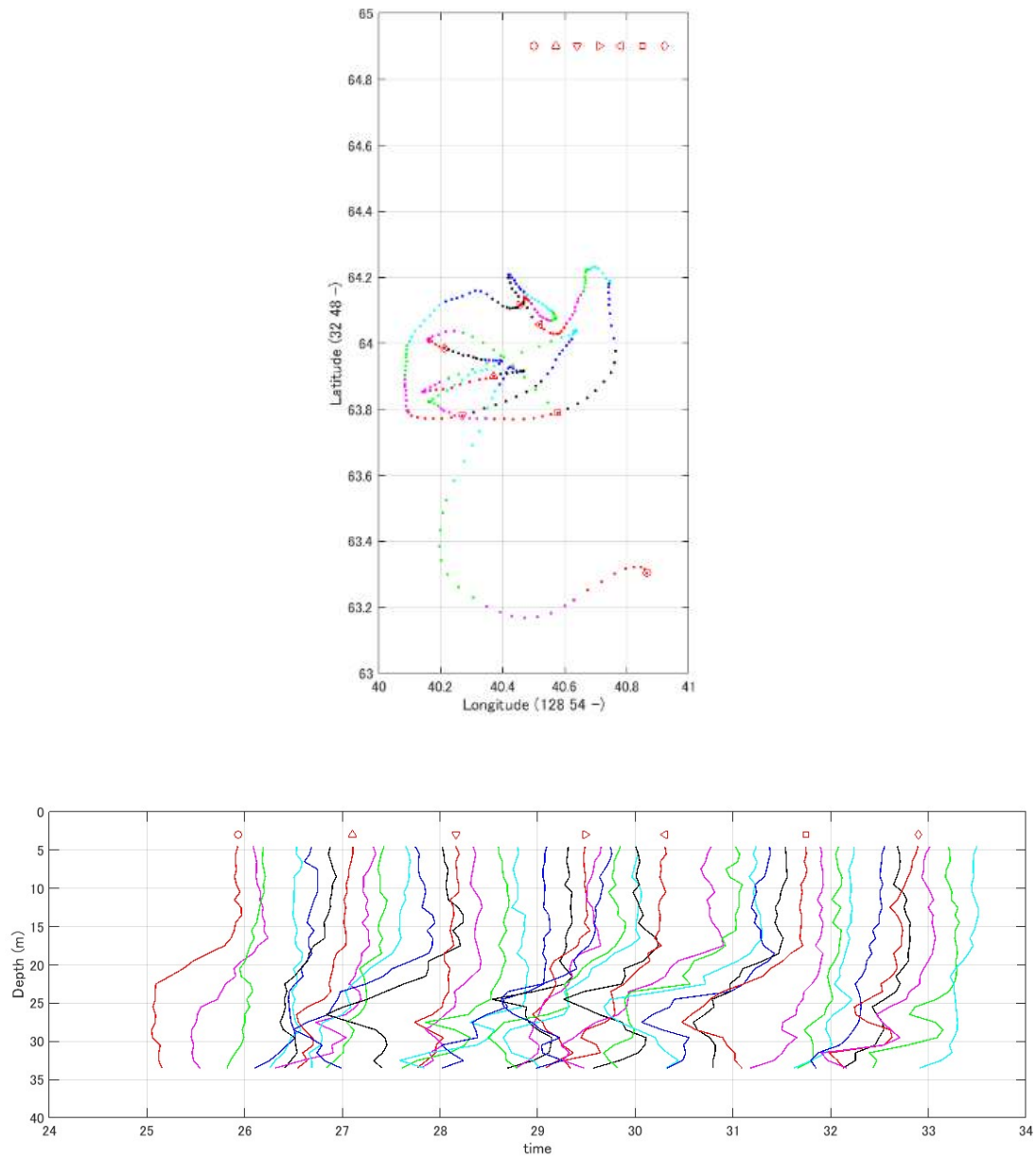


図 7.3-6 潮流発電機付近での流速鉛直分布（上：計測位置、下：流速鉛直分布）

2021 年 9 月の調査では、潮流発電機南側から潮流発電機の上を通る測線を設定し計測を行なった。図 7.3-7 の青いラインが潮流発電機上を通る航跡、図 7.3-8 は流速の鉛直分布（横軸は時間と流速を兼ねている）である。図中のマークは両者で対応し、「＊」は潮流発電機の大体の位置である。なお、本測線での計測では影響範囲をうまく通過できる場合とできない場合があり、その評価には注意が必要である。

流速の鉛直分布をみると、特徴的な下層での流速減少がみられるものと、みられないものがあり、その位置については計測時の流速で若干様子が異なっている。この時の計

測結果から、潮流発電機より緯度で2分程度（約100m）南側までは流速に変化があると考えられる。この海域の海底は岩であるため、洗掘等の海底地形を変化させる可能性は低く、また瀬戸全体の空間に対して流れの変化が限定的であるため、生物環境の変化への影響は非常に限定的と考えられる。しかし長期間の設置時、また複数機設置した場合に、どのような変化が起こるか、今後も継続的に観察を続けることが必要である。

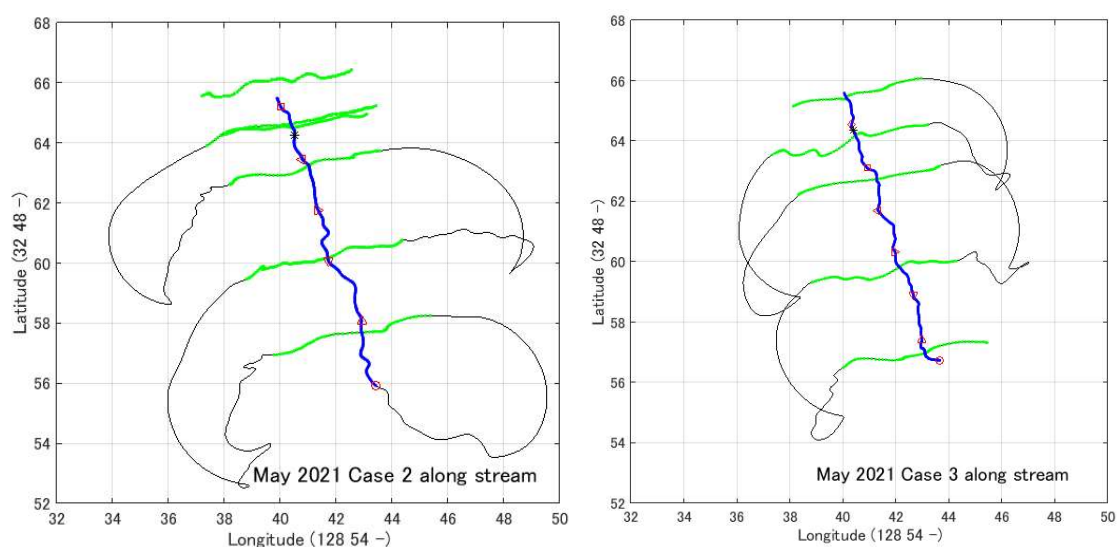


図 7.3-7 流速の計測位置（左：流速が1.5～2.5m/s、右：流速が2.5m/s以上）

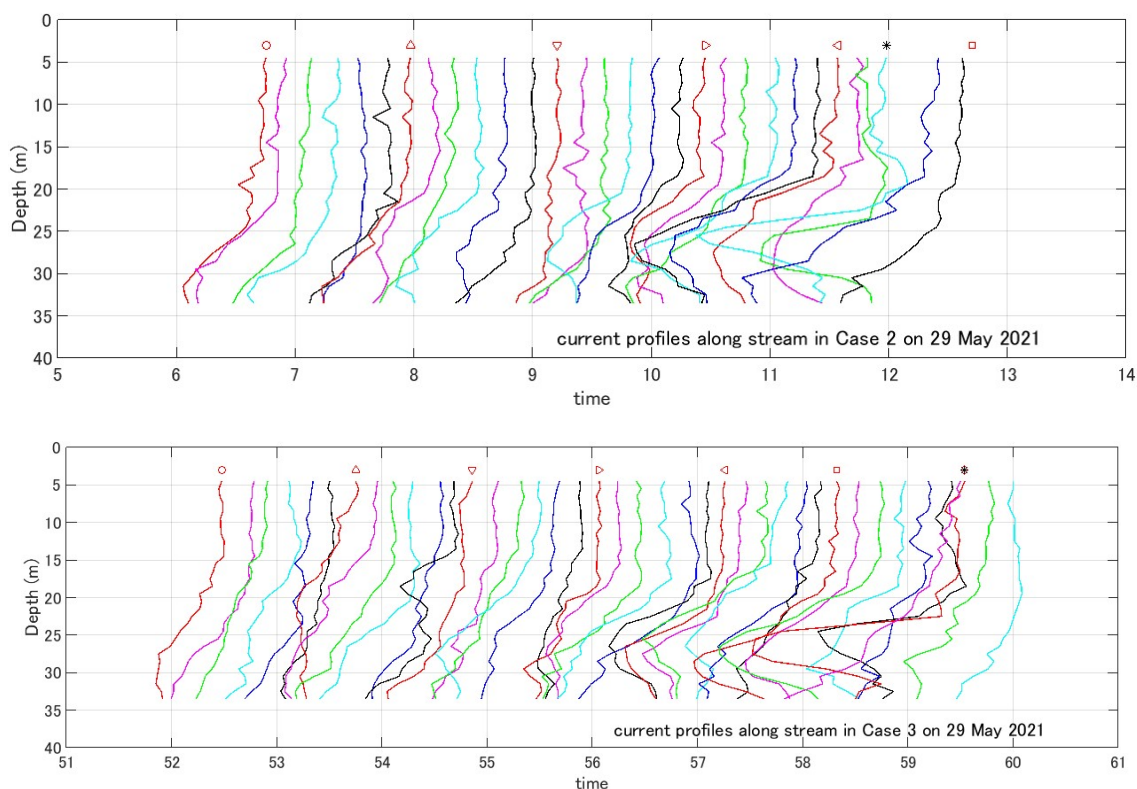


図 7.3-8 流速鉛直分布（上：流速が1.5～2.5m/s、下：流速が2.5m/s以上）

(4) 鳥類調査

調査結果を表 7.3-3 に示す。潮流発電機設置後の調査では、2019 年 6 月に 15 種、同年 11 月に 10 種の出現があり、事業実施前の調査では確認されなかったヤイロチョウ（重要種）の鳴き声が山間部で確認されている。

既知のミサゴ営巣場所ではドローンで上空 30m 程度まで接近し、撮影を行なった。ミサゴの営巣への影響は認められず、ミサゴの雛 1 羽を確認することができた。

確認されたミサゴの営巣状況を図 7.3-9 に示す。

表 7.3-3 鳥類確認種一覧

No.	目と名	科と名	種と名	6月	11月	重要種		備考
						環境省	長崎県	
1	ハト目	ハト科	キジバト		○			
2	ペリカン目	カツオドリ科	カツオドリ		○			
3	コウノトリ目	サギ科	アオサギ	○	○			
4	カッコウ目	カッコウ科	ホトトギス	○				
5	チドリ目	カモメ科	ウミネコ	○	○			
6			セグロカモメ		○			
7	タカ目	ミサゴ科	ミサゴ	○		NT	NT	育雛中
8		タカ科	トビ	○	○			
9	スズメ目	ヤイロチョウ科	ヤイロチョウ	○		EN	CR	
10		カラス科	ハシボソガラス		○			
11			ハシブトガラス	○				
12		ツバメ科	ツバメ	○				
13		ヒヨドリ科	ヒヨドリ	○				
14		ウグイス科	ヤブサメ	○				
15			ウグイス	○				
16		メジロ科	メジロ	○				
17		ヒタキ科	イソヒヨドリ	○	○			
18		セキレイ科	キセキレイ		○			
19			ハクセキレイ		○			
20		アトリ科	カワラヒワ	○				
21		ホオジロ科	ホオジロ	○				
	7目	18科	21種	15	10	2種	2種	

C R	絶滅危惧 I A 類	ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
E N	絶滅危惧 I B 類	I A 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
N T	準絶滅危惧種	現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種



図 7.3-9 上空から確認したミサゴの営巣状況（令和 2 年 6 月撮影）

（5）海草・藻類調査

海草・草類調査は、潮流発電機が存在及び稼動による影響を検討することを目的として行なった。図 7.3-10 に St. 3、図 7.3.-11 に St. 6 の調査結果を示す。

St. 3 では藻場を構成する大型海草（コンブ類、ホンダワラ類等）の着生はみられず、浅場の一部で有節サンゴモ、アヤニシキ等の小型紅藻類が小群落を形成する程度であった。また、ウミトサカ類、イシサンゴ類の複合群落が観察され、沖側ではイシサンゴ類が主体となっていた。こうした状況は 2017 年 2 月に行なわれた事業実施前の調査結果と同様であり、事業実施前との大きな違いはみられなかった。

St. 6 についても藻場を構成する大型海草（コンブ類、ホンダワラ類等）の着生はみられなかった。小型海草は種数、着生量ともに St. 3 より多く、ユカリ、カギケノリ等が多く観察された。また、こうした状況は 2017 年 2 月に行なわれた事業実施前の調査結果と同様であった。

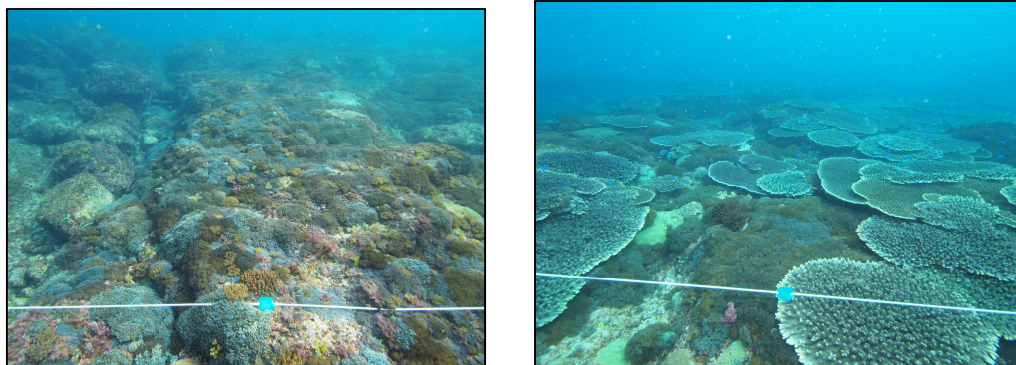


図 7.3-10 St.3 藻場調査結果（2022 年 1 月撮影 左：ウミトサカ類群落、右：イシサンゴ類群落）



図 7.3-11 St.6 藻場調査結果（2022 年 1 月撮影 左：ユカリ、右：カギケノリ）

事業実施前の調査において、ケーブル揚陸地点である鈴の浦付近にはイシサンゴ類群落がありケーブル敷設による影響が懸念された。そこで、ケーブル敷設時にはイシサンゴ類群落を避けて沖合を迂回し、工事による影響を低減するよう計画されていた。

図 7.3-12 にケーブル敷設後の状況を示す。イシサンゴ群落の少ない区域を通過するよう敷設されていることが確認された。

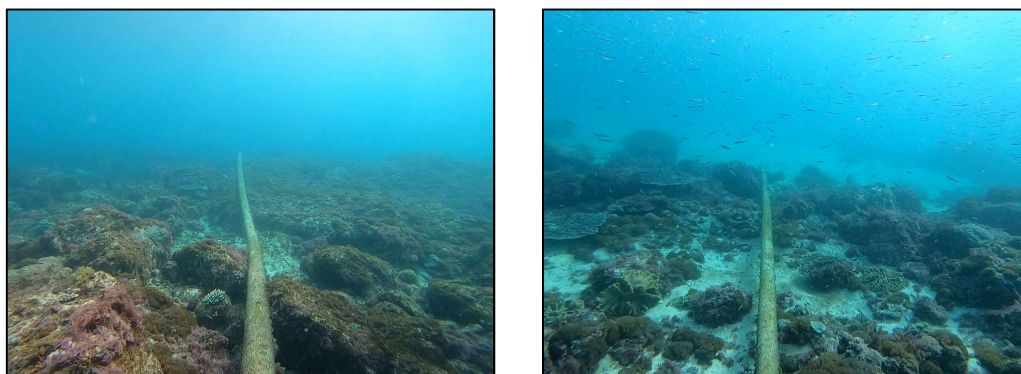


図 7.3-12 鈴の浦海岸付近におけるケーブルの敷設状況（2022 年 1 月撮影）