

4. 環境影響予測・評価に係る検証

本章では、銚子沖及び北九州市沖洋上風力発電実証研究サイトにおける調査項目の工事中・供用時の事後調査（モニタリング）結果等を整理し、環境影響の予測・評価に係る検証を実施した。

4.1 銚子沖洋上風力発電実証研究

(1) 事後調査結果

表4.1.1-1に銚子沖サイトにおける調査項目別の調査時期・測点・方法等の概要、表4.1.1-2に事前調査・事後調査（工事中・供用時）の工程表（平成22年度～26年度）を整理した。

また、以下に調査項目別の事後調査結果の概要を整理した。

表4.1.1-1 銚子沖サイトにおける各調査項目の調査時期・調査測点・調査方法等

調査項目	調査時期			調査測点等	調査方法
	事前	工事中	供用時		
1 海底地形	○		○	実証機等設置点周辺(80m×80m)	マルチナロービーム測深器による海底地形測深
2 流向・流速	○		○	実証海域周辺3点	自記式流向流速計(電磁流速計)による流向・流速測定
3 水中騒音			○	実証海域周辺3点	水中マイクロホンによる連続観測(7日間)
4 鳥類(船舶トランセクト調査)	○		○	実証海域周辺(4側線)	船舶における目視調査
5 鳥類(定点調査)	○			陸上2地点、実証海域周辺4地点	陸上及び海上の定点における目視調査
6 鳥類(レーダー調査)	○		○	陸上1点(事前)/観測塔1点(事後)	レーダーによる24時間連続調査
7 鳥類(衝突感知システム)			○	実証機1点	衝突感知システムによる衝突監視
8 底生生物	○		○	実証海域周辺3点	採泥器によるベントス採取
9 魚介類(漁業生物)	○		○	実証海域周辺3点	機船船びき網による採捕調査
10 海棲哺乳類	○	○	○	実証海域周辺(6側線)	船舶における目視調査(トランセクトライン調査)
11 藻場(海草藻類)	○			海底ケーブルルート上9点	潜水士による目視観察・定量採取等
12 景観	△		○	陸上3点(主要眺望点)	フォトモニタージュ等による景観調査及びアンケート調査
13 電波障害(漁業無線)	○		○	南東～西北2km×北東～南西11kmの範囲内の32点	銚子漁協無線の受信状況・電界強度調査
14 観測タワー基礎などへ蟻集する魚類等の確認			○	実証機基礎周辺	潜水士による目視調査・付着生物定量調査

注1) △: 景観は本実証研究FSIにて事前調査済。

① 海底地形 (供用時)

事前調査と同様の手法にて供用時における基礎据付6か月後 (H25年1月)、1年6ヶ月後 (H26年1月) の測深を行い、水深の増減を比較した (図4.1.1-1、中央の黒丸は風車基礎、その周辺は洗掘対策 (フィルターユニット) を表す)。その結果、基礎の据付前後比較図 (比較①) を見ると基礎洗掘対策の外側で水深が増加 (青色)、基礎洗掘対策及び南側の水深が減少 (赤色) している。その後、基礎据付6ヶ月後・1月6ヶ月後比較図 (比較②) を見ると基礎南側の水深が減少傾向にあるが、基礎洗掘対策周辺の浸食・堆積の変化はほとんどみられないとされている。

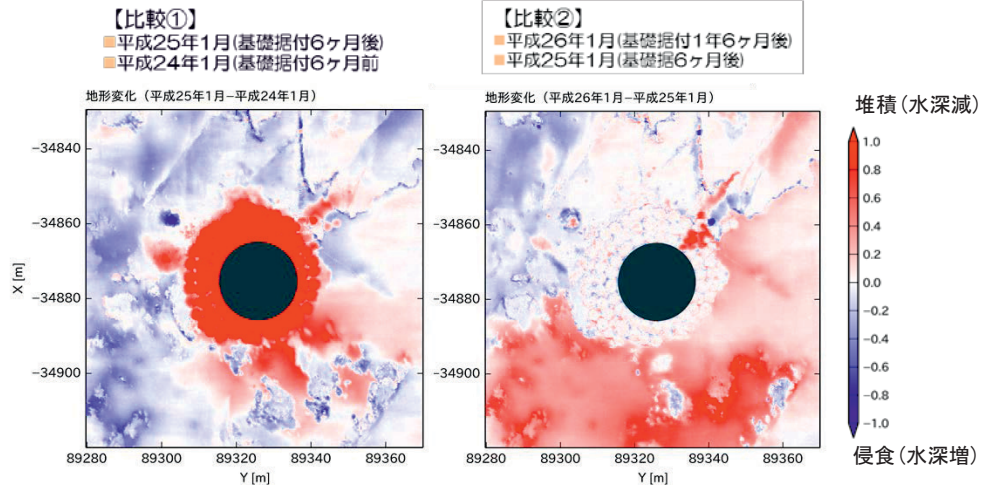


図4.1.1-1 洋上風車基礎周辺の水深の比較図

② 流向・流速 (供用時)

事前調査同様の手法にて供用時の流向・流速測定した結果 (図4.1.1-2)、夏季 (H25年8月～9月) の流向は3測点とも汀線に沿った東方向の流れが卓越し、流速は沖合の測点 (A1・A2) で速い傾向であった。冬季 (H26年1月～2月) の流向は3測点とも汀線に沿った東西方向の流れが卓越し、流速は沖合の測点 (A1・A2) で速い傾向があったとされている。

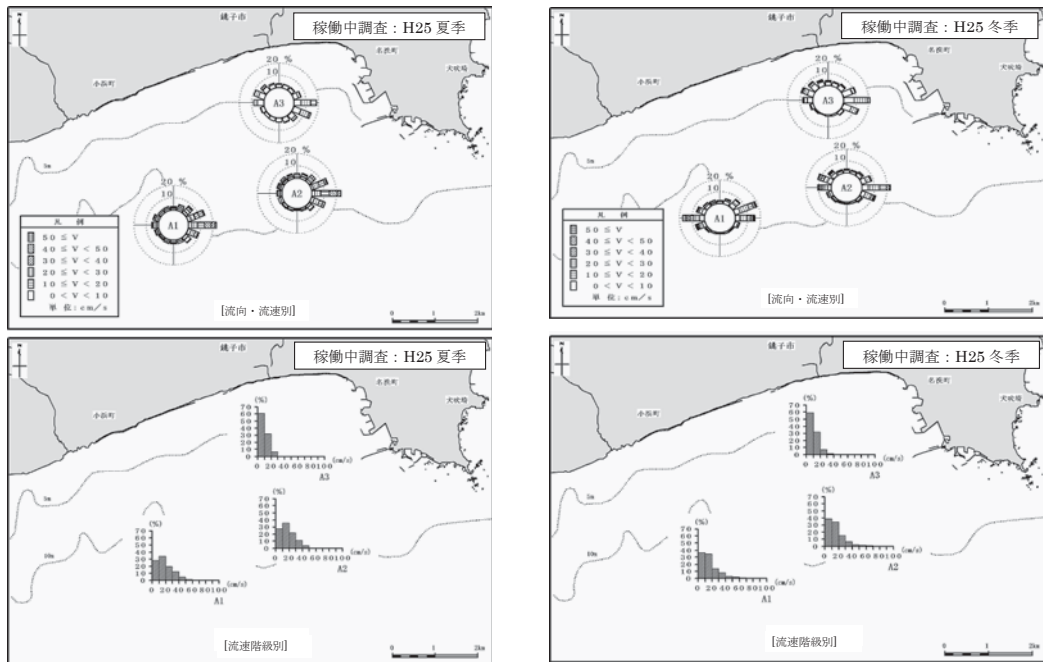


図4.1.1-2 実証海域の流向・流速データ

③ 水中騒音 (供用時)

図4.1.1-3~4に供用時の水中騒音の測定方法、測定図及び水中騒音データを示した。

供用時の水中騒音は、20~100Hzの範囲で高調波(基本周波数28Hz)が発生しており、音源に近い測点C1からC3にかけて距離とともに減衰する傾向が確認されたとされている。

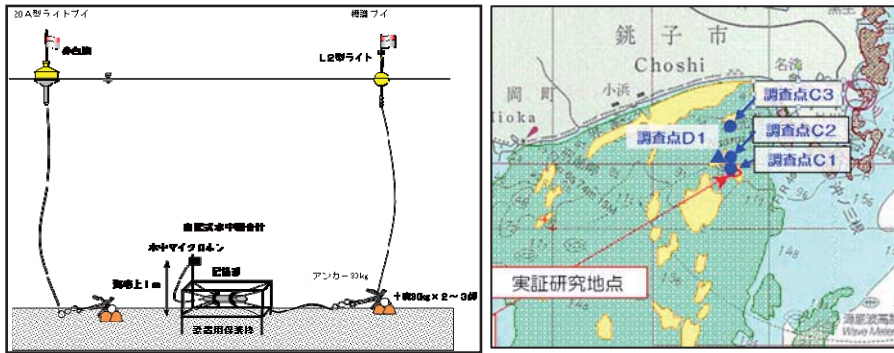
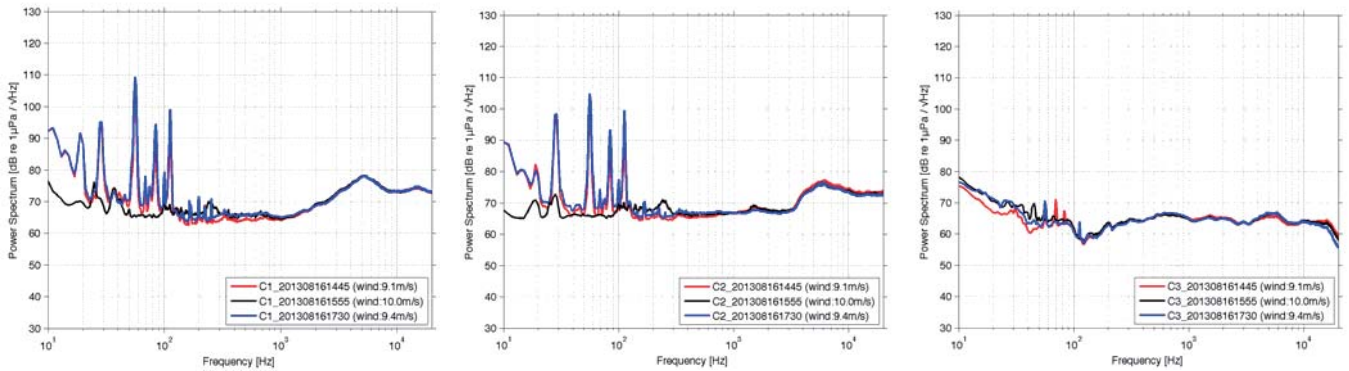


図4.1.1-3 実証機供用時の水中騒音測定方法・測定図



調査点C1 (70m)

調査点C2 (200m)

調査点C3 (2km)

図4.1.1-4 実証機供用時の測点別水中騒音スペクトrogram(風車からの距離)

(平成25年8月16日測定、風速9.1~9.4m/s)

④ 底生生物 (供用時)

事前調査同様の手法により、供用時の底生生物を採取・分析した結果(図4.1.1-5)、出現個体数・種類数は対照域のA1地点が多く、A2・A3地点は同レベルで少ないが、事前調査結果も地点間の差は同様な傾向にあることから、年による変化と考えられるとされている。

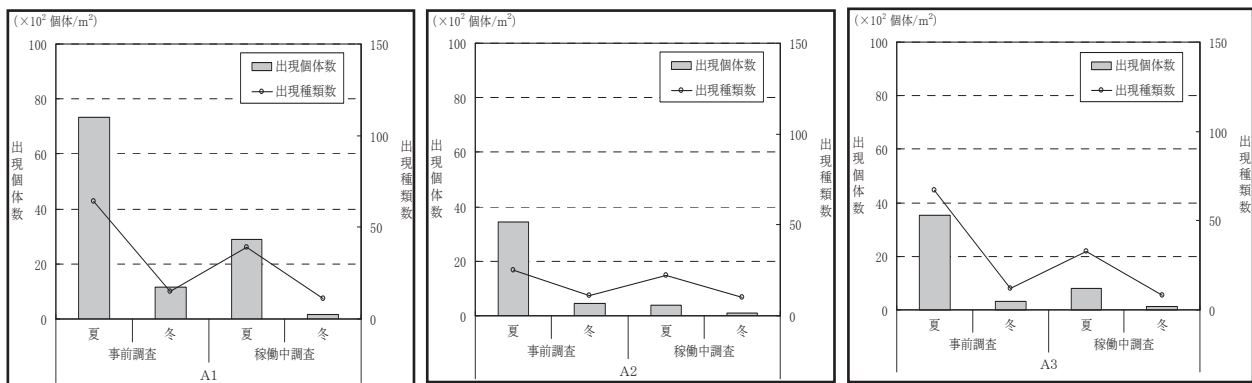


図4.1.1-5 実証機供用時の測点別底生生物調査データ

⑤ 海棲哺乳類 (工事中・供用時)

事前調査同様の手法により、工事中のスナメリの出現状況を調査した結果 (図4.1.1-6)、スナメリは延べ71個体確認され、調査範囲の概ね全域で生息密度が低かった。繁殖時期となる6~9月の内、7月は他の月よりも多く出現していたとされている。

調査回	調査月日		スナメリの出現状況 概算個体数
第1回	6月	6/15	7
第2回		6/19	3
第3回	7月	7/3	36
第4回		7/18	11
第5回	8月	8/7	0
第6回		8/21	4
第7回	9月	9/4	1
第8回	9月	9/20	9
第9回	10月	10/26	5
第10回	12月	12/20	5
第11回	2月	2/5	4

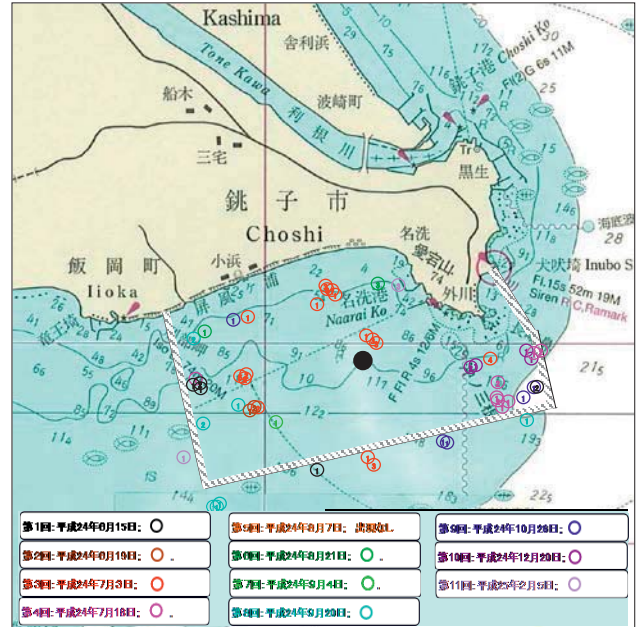


図4.1.1-6 工事中におけるスナメリの出現状況

また、同様に供用時のスナメリの出現状況を調査した結果 (4.1.1-7)、スナメリは延べ241個体確認され、調査範囲の概ね全域で出現し、事前及び工事中調査時と異なり生息密度が高かった。特に犬吠埼南側で多く出現している。また、繁殖時期となる6~9月の内、特に6月・7月に多く出現していたとされている。

調査回	調査月日		スナメリの出現状況 概算個体数
第1回	6月	6/7	13
第2回		6/25	45
第3回	7月	7/17	36
第4回		7/25	89
第5回	8月	8/6	1
第6回		8/20	0
第7回		8/28	34
第8回	9月	9/10	4
第9回	10月	10/8	23
第10回		10/30	13
第11回	12月	12/3	31
第12回	2月	2/6	0

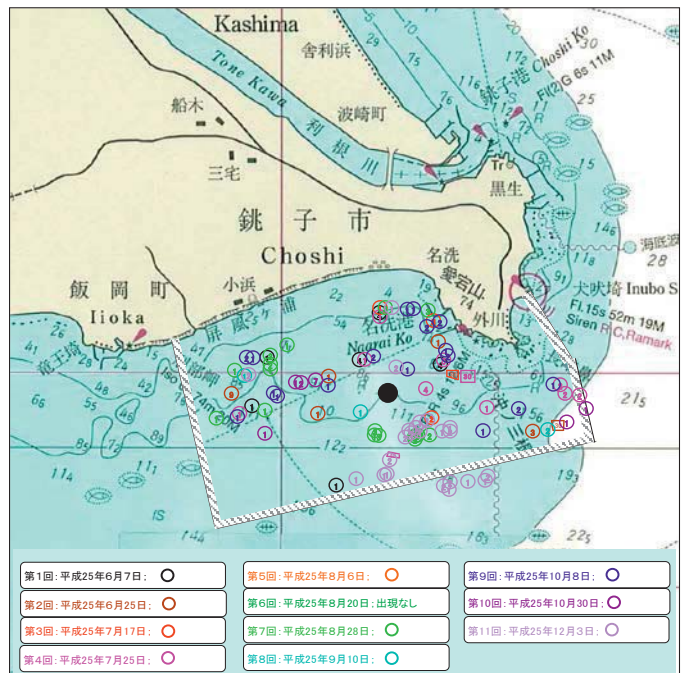


図4.1.1-7 供用時におけるスナメリの出現状況

⑥ 鳥類 (供用時)

事前調査同様の手法により、船舶トランセクト調査・レーダー調査を実施している。
 供用時における船舶トランセクト調査結果を表4.1.1-3に示した。

表4.1.1-3(1) 供用時における船舶トランセクト調査結果

出現種	稼働時調査			
	H25年			
	4月期	5月期	6月期	8月期
アジサシ		○		○
ウトウ		○		
ウミウ	○	○	○	○
ウミスズメ	○			
ウミスズメ属の一種	○			
ウミネコ	○	○	○	○
オオセグロカモメ	○	○	○	○
オオミズナギドリ	○	○	○	○
カモメ科の一種	○	○		
カワラバト(ドバト)		○		
カンムリカイツブリ	○			
キアシシギ		○		
クロアジアホウドリ			○	
クロガモ	○	○		
クロハラアジサシ		○		
コアジサシ		○	○	
シギ科の一種		○		
シロエリオオハム	○	○		
シロハラトウゾクカモメ				○
セグロカモメ	○	○		
ダイサギ		○		
チュウシャクシギ		○		
ツバメ	○	○		
トウゾクカモメ	○	○		
ハイロヒレアシシギ				○
ハイロミズナギドリ		○		
ハシブトアジサシ		○		
ハシブトガラス	○			
ハシボソミズナギドリ	○	○	○	
ヒメウ	○	○		
ヒレアシシギ属の一種				○
ビロードキンクロ	○			
ミユビシギ				○

表4.1.1-3(2) 供用時における船舶トランセクト調査結果 (測線別)

調査年	調査月	月日	稼働時調査								総計
			1回目				2回目				
			A測線	B測線	C測線	D測線	A測線	B測線	C測線	D測線	
平成25年	04月	4月16日	58	699	204	93	72	47	19	11	1,203
		4月18日	74	1,270	57	92	92	528	768	33	2,914
	05月	5月14日	1,327	196	1,818	362	1,135	452	2,664	1,077	9,031
		5月15日	313	373	272	233	239	375	341	1,150	3,296
		5月16日	227	148	98	510	964	661	183	207	2,998
	06月	6月18日	838	260	576	124	304	19	76	371	2,568
		6月20日	337	1,339	378	432	399	309	323	231	3,748
	08月	8月20日	154	191	673	74	98	84	79	212	1,565
		8月21日	273	308	256	728	507	297	491	888	3,748
		8月22日	221	235	202	227	195	73	126	258	1,537

供用時におけるレーダー調査（平成25年2月・4月・6月・11月）結果をみると（図4.1.1-8）、洋上風車の直近を飛翔する頻度は低く、風車の南側・北側のエリアの飛翔頻度が高くなっているとされている。

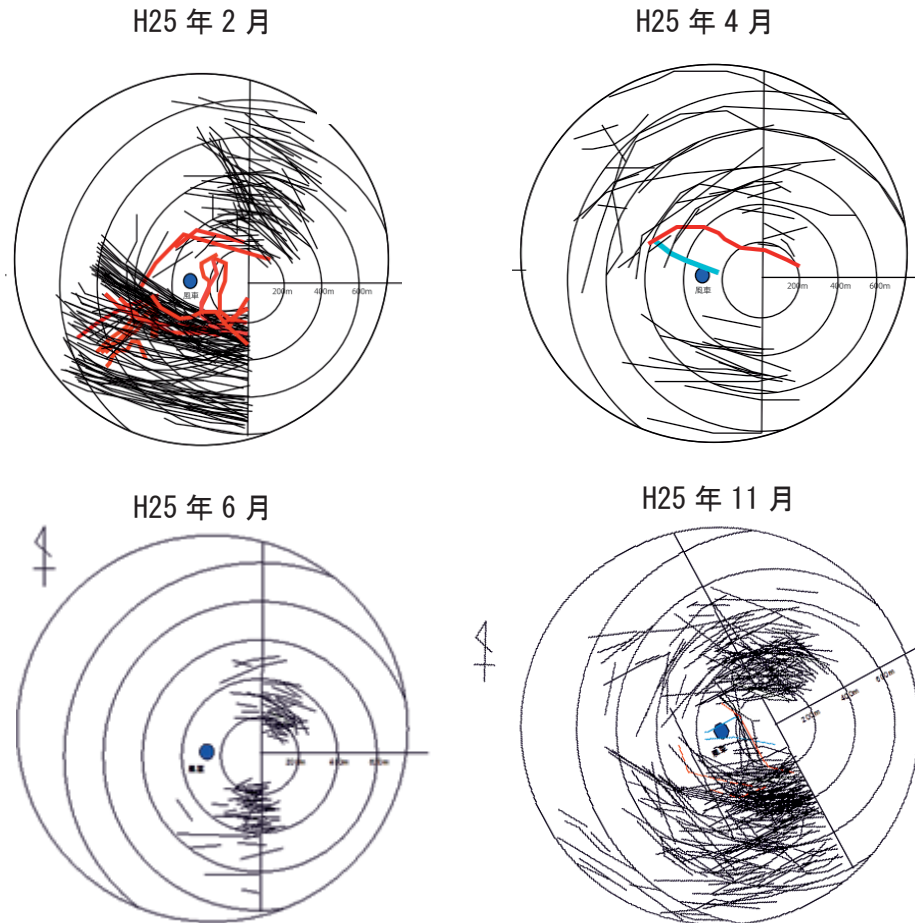


図4.1.1-8 鳥類レーダ（水平照射）調査結果

当該実証施設への鳥類衝突監視するため、鳥類衝突監視システム（TADS）によりモニタリングを実施した結果、平成25年11月22日に3例、12月1日に1事例の感知が確認されたが、赤外線カメラ映像からバードストライクは確認されていない。

表4.1.1-4 鳥類衝突監視システムによる衝突確認結果

No.	確認年月日	確認時間	カメラID	種の判定	バードストライクの判定
Cho_00 1	11/22	4:46	カメラ2	小型鳥類?	なし
Cho_00 2	11/22	11:43	カメラ2	小型鳥類?	なし
Cho_00 3	11/22	11:55	カメラ2	カモメ類	なし
Cho_00 4	12/1	10:42	カメラ2	小型鳥類?	なし

(以降、3月末まで記録はなし)

⑦ 魚介類 (供用時)

事前調査同様の手法により、供用時の魚介類の出現状況を調査した結果 (表4.1.1-5)、A2定点における4季の個体数は84~1981個体 (平均:912個体)、A1定点における4季の個体数は216~1149個体 (平均:607個体)、A3定点における4季の個体数は2,593~9,906個体 (平均:2,221個体)で、いずれの地点もカタクチイワシが多く出現しているとされている。

表4.1.1-5(1) 供用時の魚介類調査結果

調査方法: 機船船びき網

調査時期	項目\調査点	A 1		A 2		A 3		平均		
春季 (H25/6/26)	出現種類数	2		3		4		6		
	出現個体数 (個体/網)	魚 類	276	100.0	84	100.0	3929	100.0	1430	100.0
		その他		0.0		0.0		0.0		0.0
		合計	276	100.0	84	100.0	3929	100.0	1430	100.0
主な出現種 (%)	魚 類	カタクチイワシ	98.2	カタクチイワシ マイワシ	66.7 32.1	カタクチイワシ	99.7	カタクチイワシ	99.0	
	その他									
夏季 (H25/8/22)	出現種類数	9		9		11		15		
	出現個体数 (個体/網)	魚 類	216	97.7	673	98.2	9906	100.0	3598	99.8
		その他	5	2.3	12	1.8	4 (< 0.1)		7	0.2
		合計	221	100.0	685	100.0	9910	100.0	3605	100.0
主な出現種 (%)	魚 類	カタクチイワシ イギギンボ	77.4 13.1	カタクチイワシ	95.0	カタクチイワシ	99.3	カタクチイワシ	98.6	
	その他									
秋季 (H25/11/12)	出現種類数	4		6		9		13		
	出現個体数 (個体/網)	魚 類	785	99.9	1981	99.8	4159	99.6	2308	99.7
		その他	1	0.1	4	0.2	15	0.4	7	0.3
		合計	786	100.0	1985	100.0	4174	100.0	2315	100.0
主な出現種 (%)	魚 類	カタクチイワシ	99.2	カタクチイワシ	98.9	カタクチイワシ	98.6	カタクチイワシ	98.8	
	その他									
冬季 (H26/2/11)	出現種類数	11		9		17		18		
	出現個体数 (個体/網)	魚 類	1149	99.8	910	99.2	2593	99.7	1551	99.6
		その他	2	0.2	7	0.8	9	0.3	6	0.4
		合計	1151	100.0	917	100.0	2602	100.0	1557	100.0
主な出現種 (%)	魚 類	マイワシ カタクチイワシ アユ	35.4 29.7 29.7	アユ マイワシ カタクチイワシ	40.6 29.0 24.1	アユ カタクチイワシ	80.9 13.3	アユ カタクチイワシ マイワシ	60.4 19.4 14.9	
	その他									

- 注: 1. 種類数の平均欄は総種類数を示す。
 2. () 内の数値は、総出現個体数に対する組成比率 (%) を示す。
 3. 出現個体数欄の組成比率は、四捨五入の関係で合計が一致しないことがある。
 4. 主な出現種は、個体数の組成比が5%以上のものを記載した。

表4.1.1-5(2) 供用時のカタクチイワシの測点別出現状況

単位: 個体/網(個体数)、g /網(湿重量)

調査時期	A 1		A 2		A 3		合計		
	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	
事後調査	平成25年6月	271	25.7	56	5.4	3,918	2,858.9	4,245	2,890.0
	平成25年8月	171	1.9	651	14.4	9,844	429.5	10,666	445.8
	平成25年11月	780	75.2	1,964	383.9	4,115	498.7	6,859	957.8
	平成26年2月	342	80.1	221	41.5	345	30.0	908	151.6
	合計	1,564	183	2,892	445	18,222	3,817	22,678	4,445
	平均	391	46	723	111	4,556	954	5,670	1,111

⑧ 景観（供用時）

事前調査同様の手法により、主要眺望点である「地球の丸く見える丘展望館」において供用時の景観写真撮影を実施した（図4.1.1-9）。また、銚子沖洋上風力現場見学者、講演来場者、地球の丸く見える丘展望館の来館者に対するアンケートを実施し、当該洋上風力発電施設や景観への影響について調査している。



図4.1.1-9 供用時の地球の丸く見える丘展望館からみた景観（平成25年2月）

⑨ 電波障害（供用時）

事前調査同様の手法により、供用時の電界強度調査、漁業無線の受信状況調査を実施した結果（図4.1.1-10）、電界強度の減衰傾向は風車設置前と設置後（供用時）でほぼ同様であるが、設置後の方が電界強度が若干低下した。漁業無線の受信状況は全測点にて通信感度略符号「5」であり、風車設置前とほぼ同様であったとされている。

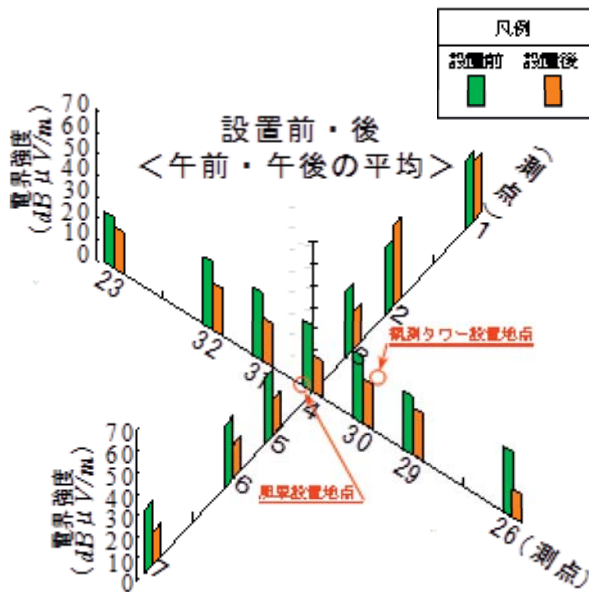


図4.1.1-10 風車設置前と設置後（供用時）の電界強度の比較（平成25年1月29日）

⑩ 観測タワー基礎等への蛸集魚類等 (供用時)

供用時における構造物及びその周辺における魚等の遊泳動物の出現状況(種類・個体数)、利用の形態(回遊・定在等)及び構造物・海底基盤の付着生物状況を潜水目視観察により観察(50cm×50cm方形枠)(図4.1.1-11)している。表4.1.1-6に蛸集魚類・付着動植物調査結果を示した。

表4.1.1-6(1) 蛸集魚類調査結果

調査時期		春季 (平成25年6月28日)	夏季 (平成25年8月23日)	秋季 (平成25年11月14日)	冬季 (平成26年2月21日)
項目	総出現種類数 [24]	6	15	10	2
	出現個体数 [個体/目視]	215	1,210	53	2
出現種	魚類	タカノハダイ (定位) ホシササノハベラ (定位) マダイ (定位) ダイナンギンボ (定位・依存) マアジ (回遊) ウミタナゴ (回遊)	メジナ (定位) ヒメジ科 (定位) イシダイ (定位) イシガキダイ (定位) オヤビッチャ (定位) イサキ (定位) マハタ (定位) マダイ (定位) クロダイ (定位) コモフグ (定位) ヒガンフグ (定位) ソラスズメダイ (依存) ギンボ垂目 (依存) カンパチ (回遊) ブリ (回遊)	キュウセン (定位) ヒメジ科 (定位) イシダイ (定位) イサキ (定位) ニシギンボ (定位) アイナメ (定位) ウマヅラハギ (定位) コモフグ (定位) ギンボ垂目 (依存) マアジ (回遊)	ギンボ垂目 (依存) コモフグ (依存)
	その他				

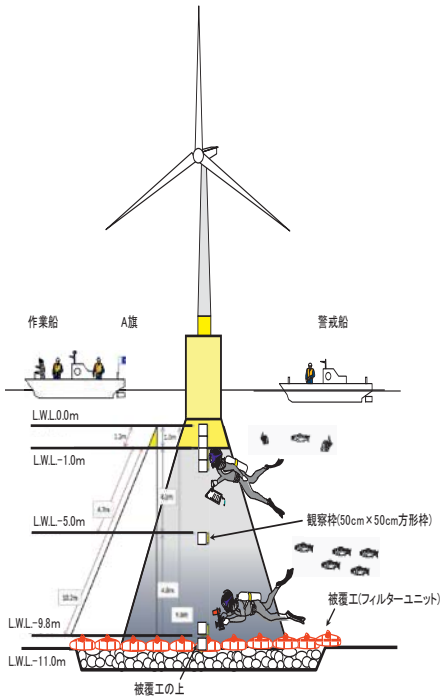


図4.1.1-11 潜水目視観察

表4.1.1-6(2) 付着動植物調査結果

調査時期		春季 (平成25年6月28日)	夏季 (平成25年8月23日)	秋季 (平成25年11月14日)	冬季 (平成26年2月21日)
項目	環形動物	1	1	1	1
総出現種類数	軟体動物	3	5	4	4
	節足動物	5	4	4	3
	原索動物	3	2	2	2
	その他	8	5	5	5
	合計	20	17	16	15
	主な出現種	環形動物	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科	カンザシゴカイ科
	軟体動物	ムラサキガイ	ムラサキガイ	レイシガイ ムラサキガイ	ムラサキガイ
	節足動物	アカフジツボ ココボーマアカフジツボ フジツボ科	アカフジツボ ココボーマアカフジツボ フジツボ科	アカフジツボ ココボーマアカフジツボ フジツボ科	アカフジツボ ココボーマアカフジツボ
	原索動物	海鞘亜綱(群体ホヤ類)	海鞘亜綱(単体ホヤ類) 海鞘亜綱(群体ホヤ類)		
	その他	海綿動物門 苔虫綱	海綿動物門 イソギンチャク目 苔虫綱		イソギンチャク目

調査時期		春季 (平成25年6月28日)	夏季 (平成25年8月23日)	秋季 (平成25年11月14日)	冬季 (平成26年2月21日)
項目	緑藻植物	3	2	1	2
総出現種類数	褐藻植物	1	0	0	0
	紅藻植物	7	5	6	5
	その他	1	0	0	0
	合計	12	7	7	7
主な出現種	緑藻植物	アオサ属	アオサ属		
	褐藻植物				
	紅藻植物	イギス科 イトグサ属			
	その他				

(2) 予測・評価の検証

銚子沖サイトにおいては、景観の予測・評価結果を除き、他項目は事前段階の調査及び事後（工事中・供用時）の調査結果のみとなっている。

当サイトでの事前調査及び事後調査データを有効に活用するため、ここでは魚類（カタクチイワシ）及び海棲哺乳類（スナメリ）を対象に、事前調査データと洋上風車工事中・供用時の水中騒音等に係る既往調査資料等を基に予測・評価を行い、魚類（カタクチイワシ）及び海棲哺乳類（スナメリ）等の事後調査データを用いて、予測・評価の妥当性の検証を試みた。当該予測・評価はイー・アンド・イーソリューションズ(株)が代行した。また、景観については予測・評価結果と事後調査結果を比較し、予測・評価の妥当性の検証を試みた。

なお、本検証は、現時点のモニタリングデータに基づくものであるため、項目によっては今後の継続調査結果によって見直すことが考えられる。

① 魚類（カタクチイワシ）

当該海域においては、事前調査結果によれば水産有用魚種のカタクチイワシが多く出現することから、洋上風車由来の水中騒音による本種への影響予測・評価を検討するとともに、供用時調査結果と比較して検証を試みた。

カタクチイワシは、ニシン目カタクチイワシ科に属し、樺太・沿岸州等から日本各地等に分布する。成魚及び稚魚（シラス）ともに漁獲対象となる水産有用種である。産卵場は沿岸域で、大吠埼付近では4月～8月に産卵する。食性はプランクトン食である。（日本水産資源保護協会, 1986）

(ア) 事前調査結果

図4.1.2-1に示した開発区（A2定点）及び対照区（A1・A3定点）を対象に機船船曳網による漁獲調査(4季)を実施した結果、A2定点では50～5,661個体（平均：2,622個体）の魚類が出現し、そのほとんどがカタクチイワシで、一部アユが出現した。A2定点のカタクチイワシの個体数は4季で3～8,397個体（平均：2,543個体）となっていた。

対照海域A1定点（A2定点と同水深帯）では20～5,769個体（平均：2,287個体）が出現し、そのほとんどがカタクチイワシで、一部アユ・クジメが出現した。A1定点のカタクチイワシの個体数は4季で9～5,692個体（平均：2,192個体）となっていた。

対照海域A3定点（A2定点の1/2水深帯）では94～374個体（平均：209個体）が出現し、優占種はカタクチイワシ・シヨウサイフグ・マサバ・アユ・クジメ等であった。A3定点のカタクチイワシの個体数は4季で6～317個体（平均：130個体）となっていた。

A1・A2・A3定点の出現状況を比較すると出現優占種・個体数から同水深帯のA1定点とA2定点は類似した環境、A3定点は傾向の異なる環境と考えられた。

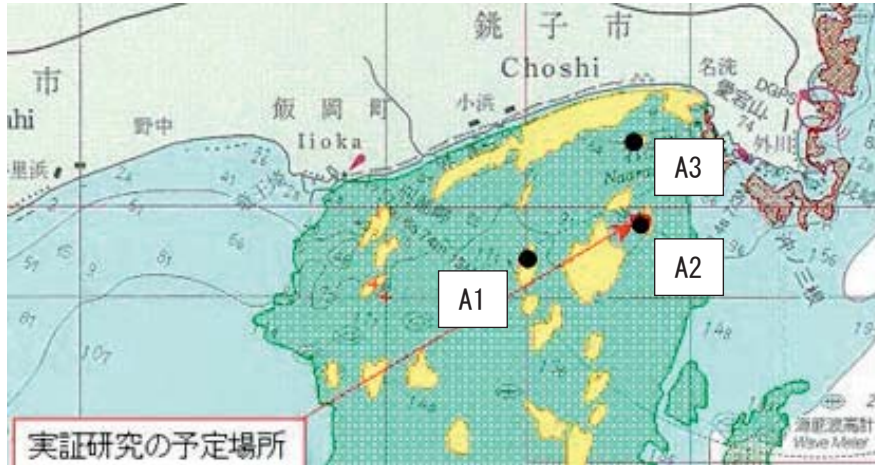


図4.1.2-1 漁業生物調査の調査測点

表4.1.2-1 事前の漁業生物調査結果

調査方法：機船船びき網

調査時期	項目	調査点	A1	A2	A3	平均
春季 (H22/7/16)	出現種類数		7	4	5	10
	出現 個体数 (個体/網)	魚類	3,062 (100.0)	1,733 (100.0)	374 (100.0)	1,723 (100.0)
		その他	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
	合計	3,062 (100.0)	1,733 (100.0)	374 (100.0)	1,723 (100.0)	
	主な出現種 (%)	魚類	ウツチイワシ (99.5)	ウツチイワシ (99.5)	ウツチイワシ (84.8) シロウチイワシ (13.4)	ウツチイワシ (98.5)
その他						
夏季 (H22/8/4)	出現種類数		11	18	6	18
	出現 個体数 (個体/網)	魚類	5,769 (99.9)	8,654 (99.9)	116 (100.0)	4,846 (99.9)
		その他	3 (0.1)	12 (0.7)	(0.0)	5 (0.3)
	合計	5,772 (100.0)	8,666 (100.0)	116 (100.0)	4,851 (100.0)	
	主な出現種 (%)	魚類	ウツチイワシ (98.6)	ウツチイワシ (96.9)	ウツチイワシ (87.1) ササギ (5.2)	ウツチイワシ (97.5)
その他						
秋季 (H22/11/12)	出現種類数		2	3	1	4
	出現 個体数 (個体/網)	魚類	21 (100.0)	50 (100.0)	94 (100.0)	55 (100.0)
		その他	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
	合計	21 (100.0)	50 (100.0)	94 (100.0)	55 (100.0)	
	主な出現種 (%)	魚類	ウツチイワシ (95.2)	ウツチイワシ (96.0)	ウツチイワシ (100.0)	ウツチイワシ (98.2)
その他						
冬季 (H23/2/2)	出現種類数		5	5	5	5
	出現 個体数 (個体/網)	魚類	297 (100.0)	52 (100.0)	254 (100.0)	201 (100.0)
		その他	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
	合計	297 (100.0)	52 (100.0)	254 (100.0)	201 (100.0)	
	主な出現種 (%)	魚類	アサ (85.2) カサギ (8.8)	アサ (86.5) ウツチイワシ (5.8)	アサ (87.4) カサギ (7.5)	アサ (86.2) カサギ (7.8)
その他						

注：1. 種類数の平均値は総種類数を示す。
 2. () 内の数値は、総出現個体数に対する組成比率 (%) を示す。
 3. 出現個体数欄の組成比率は、四捨五入の関係で合計が一致しないことがある。
 4. 主な出現種は、個体数の組成比が5%以上のものを記載した。

表4.1.2-2 事前調査におけるカタクチイワシの測点別出現状況

単位：個体/網(個体数)、g/網(湿重量)

調査時期		A1		A2		A3		合計	
		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
事前調査	平成22年7月	3,048	246.2	1,725	229.3	317	1,146.8	5,090	1,622.3
	平成22年8月	5,692	222.0	8,397	300.9	101	29.8	14,190	552.7
	平成22年11月	20	20.8	48	122.9	94	5.2	162	148.9
	平成23年2月	9	0.8	3	0.2	6	0.5	18	1.5
	合計	8,769	490	10,173	653	518	1,182	19,460	2,325
	平均	2,192	122	2,543	163	130	296	4,865	581

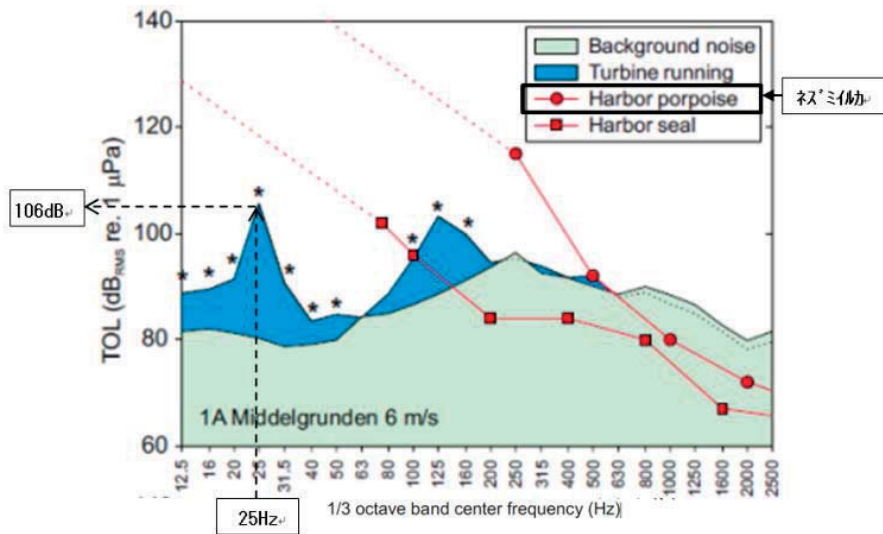
(イ) 予測・評価結果

当該予測・評価では、既往の2MW洋上風車（重力式基礎：水深5m）1基供用時（風速6m/s）の水
 中騒音データ（図4.1.2-2）（音源から受波測点までの距離：20m、ピーク周波数：25Hz、音圧レ
 ベル：106 dB re 1 μPa）を基に、円筒拡散則により風車と測点間の伝搬損失 (TL=10log (R) , R=20m)
 分を加算して音源音圧レベル (119dB re 1 μPa @1m) を推定した。

また、当該対象種・カタクチイワシ (Anchovy) の聴覚閾値図 (図4.1.2-3) (Zykov et al., 2013)

を基に洋上風車ピーク周波数 (25Hz) の聴覚閾値を確認した結果、文献では100Hz以下の本種の聴覚レベルは108dBの外挿値(破線部)を適用されているため、ここでも本種の聴覚範囲内の最小周波数帯 (100Hz) の聴覚閾値を108B dB re 1 μ Paとした。

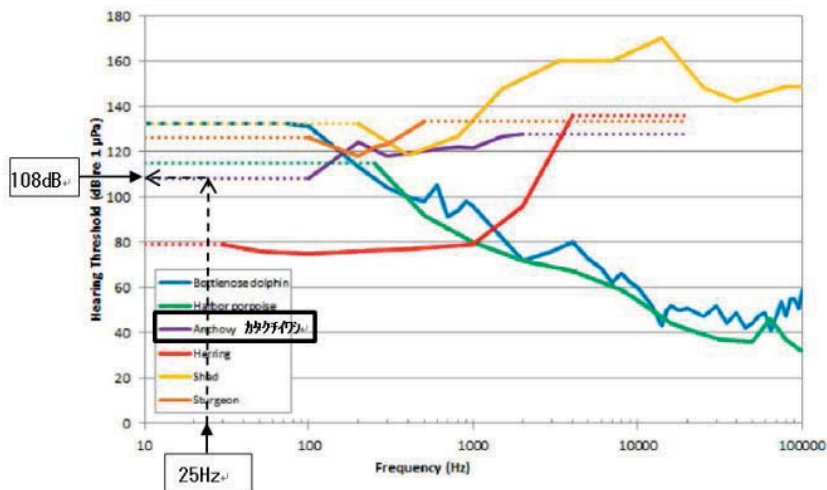
上記より、2MW洋上風車供用時の風車直近1mにおける水中騒音はピーク (25Hz) で119dB re 1 μ Paであることから、カタクチイワシの聴覚閾値 (108dB dB re 1 μ Pa) 以上に達するとしている。ただし、水中騒音は伝搬過程で減衰するため、円筒拡散則による伝搬損失を考慮すると、それぞれの聴覚閾値までに減衰する距離がカタクチイワシの場合で風車から12m以遠になれば当該聴覚閾値以下に減衰すると予測される。また、供用時の風車直近の音圧レベルは、一般的な魚類の損傷・致死レベル (230 dB re 1 μ Pa以上) や威嚇レベル (140~160dB re 1 μ Pa) で無く、魚類の誘致レベル (110~130dB re 1 μ Pa) であることから、供用時の風車直近においても本種への影響は小さいと評価される。



★: Turbine noise が Background noise を有意に超過する周波数帯

出典: Tougaard・Henriksen (2009) を一部改変

図 4.1.2-2 2MW 洋上風車供用時の水中騒音



出典: Zykov et al (2013) を一部改変

※100Hz以下の聴覚閾値は外挿(破線部) されている。

図 4.1.2-3 カタクチイワシ等魚類の聴覚閾値

(ウ) 事後調査結果

事前調査同様に漁獲調査(4季)を実施した結果(表4.1.2-3~4.1.2-4)、A2定点における4季の個体数は84~1981個体(平均:912個体)で、そのうちカタクチイワシは56~1964個体(平均:723個体)、A1定点における4季の個体数は216~1149個体(平均:607個体)で、そのうちカタクチイワシは342~780個体(平均:391個体)、A3定点における4季の個体数は2,593~9,906個体(平均:2,221個体)で、そのうちカタクチイワシは345~9,844個体(平均:4,556個体)であったとされている。

表4.1.2-3 事後の漁業生物調査結果

調査方法: 機船船びき網

調査時期	項目\調査点	A 1		A 2		A 3		平均		
春季 (H25/6/26)	出現種類数	2		3		4		6		
	出現個体数 (個体/網)	魚類	276	100.0	84	100.0	3929	100.0	1430	100.0
		その他	0.0		0.0		0.0		0.0	
		合計	276	100.0	84	100.0	3929	100.0	1430	100.0
	主な出現種 (%)	魚類	カタクチイワシ	98.2	カタクチイワシ マイワシ	66.7 32.1	カタクチイワシ	99.7	カタクチイワシ	99.0
その他										
夏季 (H25/8/22)	出現種類数	9		9		11		15		
	出現個体数 (個体/網)	魚類	216	97.7	673	98.2	9906	100.0	3598	99.8
		その他	5	2.3	12	1.8	4	(< 0.1)	7	0.2
		合計	221	100.0	685	100.0	9910	100.0	3605	100.0
	主な出現種 (%)	魚類	カタクチイワシ イノキ\"ンボ	77.4 13.1	カタクチイワシ	95.0	カタクチイワシ	99.3	カタクチイワシ	98.6
その他										
秋季 (H25/11/12)	出現種類数	4		6		9		13		
	出現個体数 (個体/網)	魚類	785	99.9	1981	99.8	4159	99.6	2308	99.7
		その他	1	0.1	4	0.2	15	0.4	7	0.3
		合計	786	100.0	1985	100.0	4174	100.0	2315	100.0
	主な出現種 (%)	魚類	カタクチイワシ	99.2	カタクチイワシ	98.9	カタクチイワシ	98.6	カタクチイワシ	98.8
その他										
冬季 (H26/2/11)	出現種類数	11		9		17		18		
	出現個体数 (個体/網)	魚類	1149	99.8	910	99.2	2593	99.7	1551	99.6
		その他	2	0.2	7	0.8	9	0.3	6	0.4
		合計	1151	100.0	917	100.0	2602	100.0	1557	100.0
	主な出現種 (%)	魚類	マイワシ カタクチイワシ アユ	35.4 29.7 29.7	アユ マイワシ カタクチイワシ	40.6 29.0 24.1	アユ カタクチイワシ	80.9 13.3	アユ カタクチイワシ マイワシ	60.4 19.4 14.9
その他										

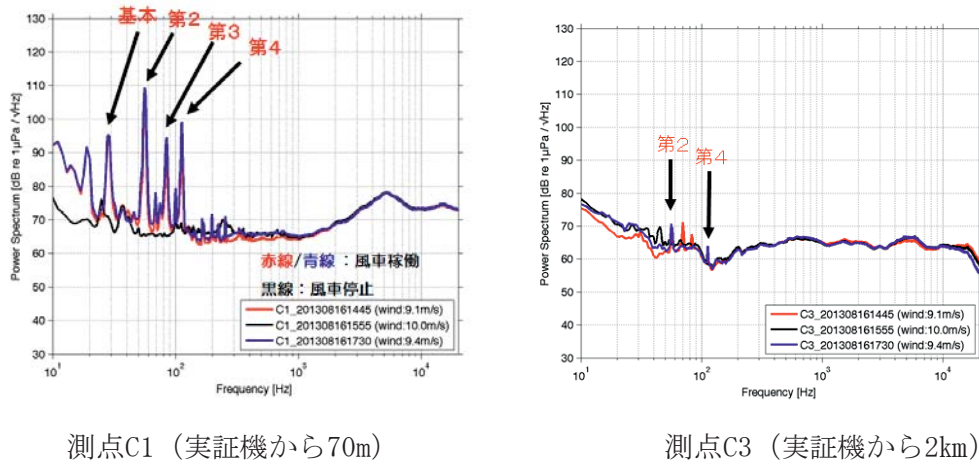
注: 1. 種類数の平均欄は総種類数を示す。
 2. () 内の数値は、総出現個体数に対する組成比率 (%) を示す。
 3. 出現個体数欄の組成比率は、四捨五入の関係で合計が一致しないことがある。
 4. 主な出現種は、個体数の組成比が5%以上のものを記載した。

表4.1.2-4 事後調査におけるカタクチイワシの測点別出現状況

単位: 個体/網(個体数)、g/網(湿重量)

調査時期	A 1		A 2		A 3		合計		
	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	
事後調査	平成25年6月	271	25.7	56	5.4	3,918	2,858.9	4,245	2,890.0
	平成25年8月	171	1.9	651	14.4	9,844	429.5	10,666	445.8
	平成25年11月	780	75.2	1,964	383.9	4,115	498.7	6,859	957.8
	平成26年2月	342	80.1	221	41.5	345	30.0	908	151.6
	合計	1,564	183	2,892	445	18,222	3,817	22,678	4,445
	平均	391	46	723	111	4,556	954	5,670	1,111

また、当該洋上実証機供用時における水中騒音調査を実施した結果(図4.1.2-4)、測点C1(実証機から70m)では基本周波数28Hzの高調波が発生し、第2高調波の音圧が最も高いことが判明し、測点C3(風車から2km)でも第2・第4高調波が到達しているが、音圧レベルは測点C1に比べて大きく減衰していたとされている。



測点C1 (実証機から70m)

測点C3 (実証機から2km)

図 4.1.2-4 2.4MW 実証機供用時の水中騒音

(平成25年8月16日測定、風速9.1~9.4m/s)

(エ) 検証

【供用時の水中騒音の予測・評価】

前述の予測・評価では、既往文献値をベースにして洋上風車の周波数別音源音圧レベル及びカタクチイワシの聴覚閾値（周波数別音圧レベル）以下となる音源からの距離を予測し、その予測結果から洋上風車の周辺及び12m以遠はカタクチイワシへの影響は小さいと評価している。

当該予測で用いた重力式基礎の2MW洋上風車（既往文献値）と2.4MW実証機における供用時の水中騒音調査結果を比べると（図4.1.2-5）、風速・海域条件等の違いがあるため一致はしないが、いずれも音圧のピークは数量等若干異なるが20~100Hz程度の範囲に位置しており、その音圧レベルは100~110dB re 1µPaの範囲にあり、実証機の水中騒音予測に概ね適した既往文献と考えられる。

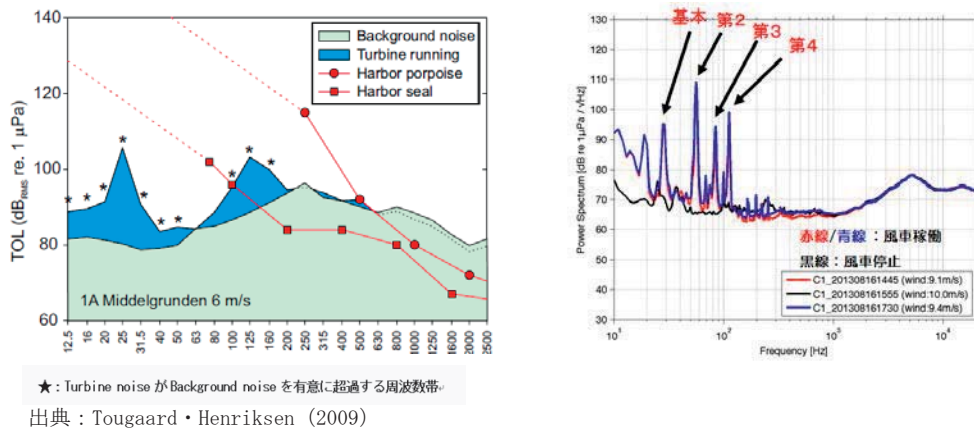


図 4.1.2-5 洋上風車供用時の水中騒音予測の文献値（左）と実測値（右）

本検証では、既往文献値による水中騒音予測値と実証機の供用時調査結果を基にした水中騒音の予測値について比較・検討した。

ここでは、実証機供用時の水中騒音測定結果をベースにして予測と同レベルのピーク周波数帯（28Hz）の音圧レベル（95 dB re 1µPa）へ円筒拡散則より風車と測点間の伝搬損失（ $TL=10\log$

(R) , R=70m) 分を加算して音源音圧レベル (113dB re 1 μ Pa @1m) を推定した。

そして、カタクチイワシの聴覚閾値 (108dB re 1 μ Pa) レベルまで減衰する距離を推定した結果、風車から3m以遠と予測された。

文献値による風車からの予測距離 (12m) と実測値による風車からの予測距離 (3m) に若干の差がみられるが、音源音圧レベルでは、文献値を基にした予測値 (119 dB re 1 μ Pa @1m) に対して、実測値を基にした予測値 (113dB re 1 μ Pa @1m) であり、オーダーレベルに大きな相違が無く、当該既往文献値を基にした水中騒音の予測は概ね妥当と考えられた。

【供用時のカタクチイワシの出現個体数】

魚類調査測点である開発区 (A2測点) は実証機付近の水深10m帯にあり、対照区 (A1測点) はA2測点の西側約3kmの同水深帯 (10m) にあり、対照区 (A3測点) はA2測点の北側約2.5kmの1/2水深帯 (5m) に設定されている。これら対照区における水中騒音の影響は、実証機供用時の水中騒音測定結果 (図4.1.2-3参照：音源から2kmで水中騒音が大幅低減) から勘案するとA1測点及びA3測点は風車供用時の水中騒音による影響がほとんどない対照区と考えられる。

これらA2測点・A1測点・A3測点における事前 (平成23 (2011) 年度) ・事後 (平成25 (2013) 年度) のカタクチイワシの平均個体数をみると (図4.1.2-6) 、A2測点とA1測点の平均個体数に大きな違いは見られないが、A3測点はそれら2測点と大きく異なっていた。また、各測点の事前調査・事後調査結果を比べるとA2測点とA1測点では事前が多く、事後が少ないが、A3測点では事前が少なく、事後が大幅に多くなっていた。

事前調査と事後調査の調査年度の銚子沖における水温・塩分を見る限り (図4.1.2-7) 、事前・事後の海域環境において大きな変化は見られないことから、環境変化の可能性は小さいと考えられた。

A3測点においてはA1測点・A2測点の1/2水深帯 (5m) であること、カタクチイワシの出現個体数やその他の優占種も異なっていることから、A1測点・A2測点とは異なる環境の測点になっていると考えられることは既に (ア) で指摘したとおりである。

事後調査にてA1測点とA2測点でカタクチイワシ出現個体数が少なくなっているが、2点間に大きな相違がなく、A3で大幅増加している状況から、A1とA2の個体数低減は水中騒音によるものではなく、自然変動要因が大きいと考えられた。

上記から、開発区 (A2測点) におけるカタクチイワシについては、供用時の水中騒音による影響を受けている可能性は小さいと考えられるため、当予測・評価結果は、概ね妥当と考えられた。

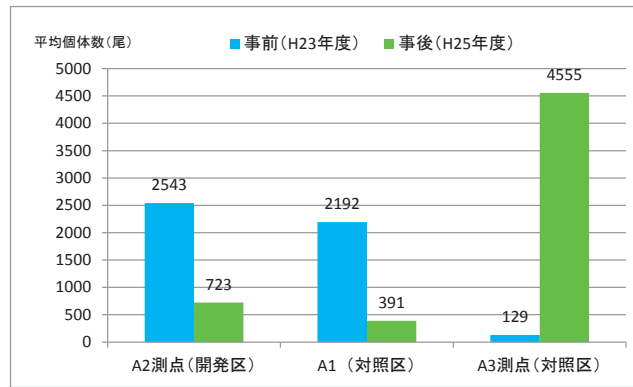


図 4.1.2-6 開発区・対照区及び事前・事後のカタクチイワシ平均個体数

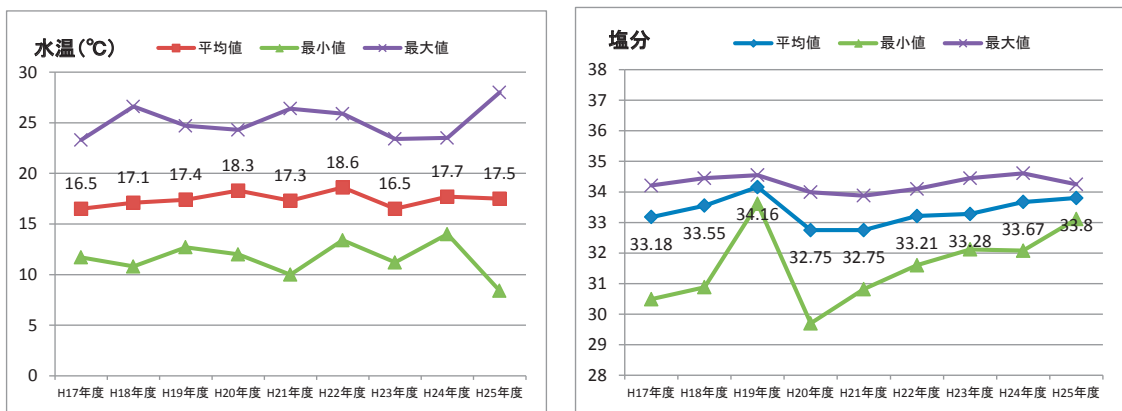


図 4.1.2-7 銚子沖(千葉県公共用水域水質測点:太平洋1)の水温・塩分の変化
(年4回測定値(上層・下層データ)の平均値)

表4.1.2-5 魚類 (カタクチイワシ) に係る調査・予測・評価手法の検証 (概要)

項目	作業概要	時期	対象海区	魚類(カタクチイワシ)の調査・予測・評価結果
事前調査	魚類調査 (機船曳網にて魚類(主に浮魚類)を採取し出現種・個体数等を調査)	平成22年7月、8月、11月、平成23年2月	●開発区(A2定点:水深10m) ●対照区(A1定点:水深10m) ●対照区(A3定点:水深5m)	◆開発区A2:出現個体数は50~5661個体(平均:2622個体)で、そのほとんどがカタクチイワシ、一部アユが出現。カタクチイワシの個体数は4季で3~8397個体(平均:2543個体)。 ◆対照区A1:出現個体数は21~5769個体(平均:2287個体)で、そのほとんどがカタクチイワシ、一部アユ・クジメが出現した。カタクチイワシの個体数は4季で9~5692個体(平均:2192個体)。 ◆対照区A3:出現個体数は94~374個体(平均:209個体)で、優占種はカタクチイワシ・シヨウサイワグ・マサバ・アユ・クジメ等であった。カタクチイワシの個体数は4季で6~317個体(平均:130個体)。 ◆A1・A2・A3定点の出現状況を比較すると出現優占種・個体数から同水深帯のA1定点とA2定点は類似した環境と考えられた。
予測・評価	既往調査事例等を基に、風車稼働時の水中騒音による魚類(浮魚の優占種:カタクチイワシを対象)への影響を予測・評価	供用時(稼働時)	開発区(事業実施区)	◆【供用時の2MW洋上風車水中騒音(推定値)】=ピーク周波数25Hzの音源音圧レベル(119dB re 1μPa @1m) 既往の2MW洋上風車(重力式基礎:水深5m)1基稼働時(風速6m/s)の水中騒音データ(音源から受波測点までの距離:20m、ピーク周波数:25Hz、音圧レベル:106 dB re 1μPa)を基に、円筒拡散則により風車と測点間の伝搬損失(TL=10log(R), R=20m)分を加算して音源音圧レベル(119dB re 1μPa @1m)を推定。 ◆【カタクチイワシの聴覚閾値(推定値)】=周波数25Hzの聴覚閾値108dB re 1μPa カタクチイワシの聴覚閾値図より、25Hzの聴覚閾値を確認した結果、当該周波数で実測されていないため、聴覚範囲内の最小周波数帯(100Hz)の聴覚閾値108dB re 1μPaとした。 ◆上記推定値を比較した結果、2MW洋上風車稼働時の風車直近1mにおける水中騒音は、ピーク(25Hz)で119dB re 1μPaであり、カタクチイワシの聴覚閾値(108dB re 1μPa)以上に達すると考えられる。ただし、水中騒音は伝搬過程で減衰するため、円筒拡散則による伝搬損失を考慮すると、カタクチイワシの聴覚閾値までに減衰する距離は風車から12mであり、それ以上になれば当該聴覚閾値以下に減衰すると予測。また、供用時の風車直近の音圧レベルは、一般的な魚類の損傷・致死レベル(230 dB re 1μPa以上)や威嚇レベル(140~160dB re 1μPa)で無く、魚類の誘致レベル(110~130dB re 1μPa)であることから、供用時の風車直近においても本種への影響は小さいと評価。
事後調査	魚類調査 (事前調査と同様)	実証機供用時(稼働時) H25年6月・8月・11月・H26年2月	●開発区(A2定点:水深10m) ●対照区(A1定点:水深10m) ●対照区(A3定点:水深5m)	◆開発区A2:出現個体数は84~1981個体(平均:912個体)で、そのうちカタクチイワシは56~1964個体(平均:723個体)。 ◆対照区A1:出現個体数は216~1149個体(平均:607個体)で、そのうちカタクチイワシは342~780個体(平均:391個体)。 ◆対照区A3:出現個体数は2593~9906個体(平均:2221個体)で、そのうちカタクチイワシは345~9844個体(平均:4556個体)。
	水中騒音調査	実証機供用時(稼働時) H25年8月	事業実施区 測点C1・C2・C3	実証機供用時の水中騒音調査を実施した結果、測点C1(実証機から70m)では基本周波数28Hzの高調波が発生し、第2高調波の音圧が最も高かった。測点C2(風車から200m)~測点C3(風車から2km)にかけて減衰し、C3でも第2・第4高調波が到達しているが、音圧レベルは測点C1に比べて大幅に低下していた。
検証	<p>①供用時の水中騒音の予測・評価</p> <p>●既往文献値による水中騒音予測値と実証機の供用時調査結果を基にした水中騒音の予測値について比較・検討した。</p> <p>●実証機供用時の水中騒音測定結果をベースにして予測と同レベルのピーク周波数帯(28Hz)の音圧レベル(95 dB re 1μPa)へ円筒拡散則より風車と測点間の伝搬損失(TL=10log(R), R=70m)分を加算して音源音圧レベル(113dB re 1μPa @1m)推定。カタクチイワシの聴覚閾値(108dB re 1μPa)レベルまでの減衰距離推定の結果、風車から3m以上と予測。</p> <p>●文献値による風車からの予測距離(12m)と実測値による風車からの予測距離(3m)に若干の差がみられた。音源音圧レベルでは、文献値を基にした予測値(119 dB re 1μPa @1m)に対して、実測値を基にした予測値(113dB re 1μPa @1m)であり、オーダーレベルに大きな相違が無く、当該既往文献値を基にした水中騒音の予測は概ね妥当と考えられた。</p> <p>②供用時のカタクチイワシの予測・評価</p> <p>●魚類調査測点の開発区(A2)は実証機付近の水深10m帯、対照区(A1)はA2の西側約3kmの同水深帯(10m)、対照区(A3)はA2の北側約2.5kmの5mに設定されている。対照区(A1及びA3)における水中騒音の影響は、実証機供用時の水中騒音測定結果(C3点:風車から2km)から勘案すると風車供用時の水中騒音による影響がほとんどない対照区と考えられる。</p> <p>●A2・A1・A3における事前(平成23年度)・事後(平成25年度)のカタクチイワシの平均個体数を見ると、A2とA1の平均個体数に大きな違いは見られないが、A3はそれら2測点と大きく異なっていた。また、各測点の事前調査・事後調査結果を比べるとA2とA1では事前が多く、事後が少ないが、A3では事前が少なく、事後が大幅に多くなっていた。</p> <p>●事前調査と事後調査年度の銚子沖の水温・塩分を見る限り、事前・事後の海域環境において大きな変化は見られないことから、環境変化の可能性は小さいと考えられた。</p> <p>●A3においてはA1・A2の1/2水深帯(5m)であること、カタクチイワシの出現個体数やその他の優占種も異なっていることから、A1・A2とは異なる環境の測点になっていると考えられる。</p> <p>●事後調査にA1とA2でカタクチイワシ出現個体数が少なくなっているが、2点間に大きな相違がなく、A3で大幅増加している状況から、A1とA2の個体数低減は水中騒音によるものではなく、自然変動要因が大きいと考えられた</p> <p>●上記から、開発区(A2)におけるカタクチイワシについては、供用時の水中騒音による影響を受けている可能性は小さいと考えられるため、当予測・評価結果は、概ね妥当と考えられた。</p>			
留意点	<p>●洋上風車稼働時の水中騒音データは基礎種類・規模・気象条件等によって異なるため、予測・評価時には対象風車の諸条件に併せた既往事例の収集が必要。</p> <p>●評価対象となる魚種によって聴覚閾値が異なるため、予測・評価時には各種あるいは近縁種の聴覚閾値知見の収集が必要。</p>			

② 海棲哺乳類 (スナメリ)

当該海域においてはスナメリが出現することから、洋上風車由来の水中騒音による本種への影響を予測・評価し、供用時調査結果と比較して検証を試みた。

スナメリは、ネズミイルカ科に属する強沿岸性の小型ハクジラ類で、日本においては仙台湾～東京湾、伊勢湾・三河湾、瀬戸内海～響灘、大村湾、有明海～橘湾に主に分布する(吉田・古田, 2014)。水産資源保護法に基づく捕獲禁止対象種となっている。銚子沖では6月～9月にかけて繁殖のために集まるとされている (NEDO, 2009a)。

(ア) 事前調査結果

図4.1.2-8のとおり、開発区及びその周辺海域を対象に船舶トランセクトライン (6測線：海岸と平行に延べ55km) を設置し、船上から目視観察してスナメリの出現個体数等を確認されている。

事前調査は、平成22年7月～12月、平成23年2月まで実施され、スナメリが延べ472個体確認されている (図4.1.2-9)。当該海域では7月に12頭、8月に435頭、9月に4頭、10月に14頭、11月に12頭、12月に7頭、2月に1頭出現し、特に8月に多く出現していた。本種は主に水深10m前後の海域で確認され、特に犬吠埼南側で多く出現していた。

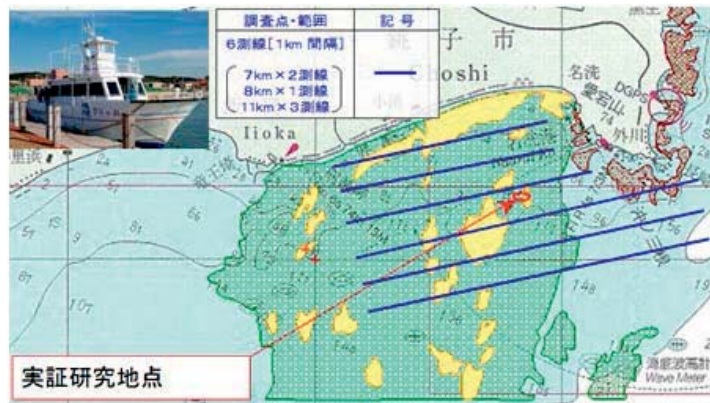


図4.1.2-8 海棲哺乳類調査の調査測線

調査回	調査年月日		確認された海産哺乳類の出現状況		
			種類	概算個体数	
第1回	7月	7/5	スナメリ	11	
第2回		7/26	スナメリ	1	
第3回	8月	8/3	スナメリ	321	
第4回		8/23	スナメリ	30	
第5回		8/31	スナメリ	84	
第6回	9月	9/13	スナメリ	4	
第7回	10月	10/5	スナメリ	8	
第8回		10/13	スナメリ	6	
第9回	11月	11/11	スナメリ	12	
第10回	12月	12/21	スナメリ	7	
第11回	平成23年	2月	2/16	スナメリ	1

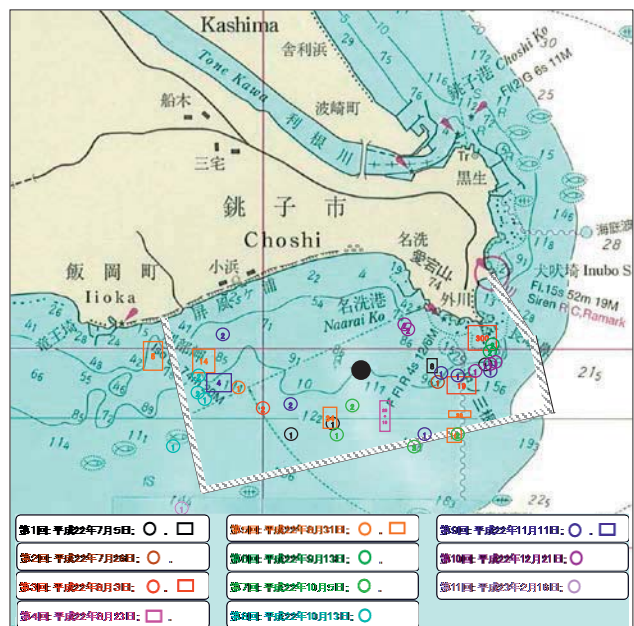


図4.1.2-9 事前調査におけるスナメリの出現個体数と分布状況

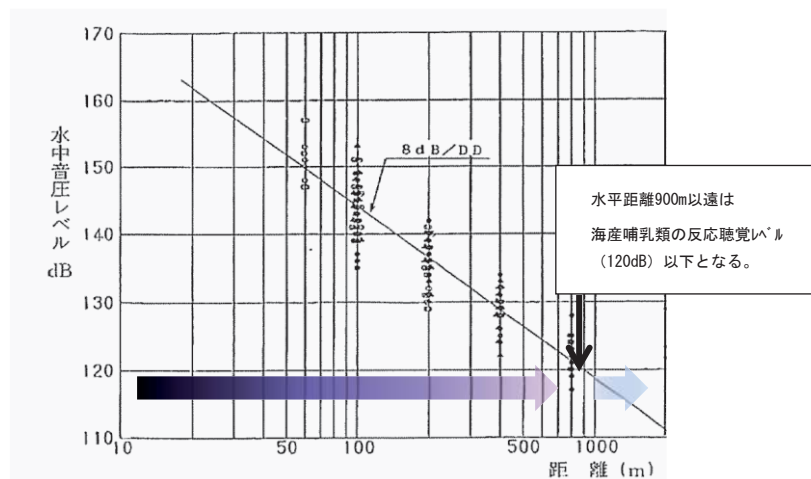
(イ) 予測・評価結果

予測・評価では、既往事例を基に、工事中（捨石投入時）の水中騒音と2MW洋上風車供用時の水中騒音（前出の魚類同様）による影響を予測し、当該海域に生息するスナメリへの影響を評価した。

《工事中》

捨石投入工事時の水中騒音については、富山湾伏木外港海域（水深10.5～14.5m：砂質）における距離別実測事例があり、銚子沖実証海域の水深（平均12m）・底質（砂質堆積物と岩）等海域特性に近似するものと考えられることから当該事例を採用した。

図4.1.2-10の捨石投入工事時の水中騒音距離減衰図を基に、スナメリ含む海棲哺乳類の一般的な水中騒音反応閾値レベル120dB dB re 1 μ Paを照し合せた。その結果、工事点付近から距離900m程度までは反応閾値レベルを超過するものの、それ以遠では当該レベル以下になると予測された。工事点付近から距離900mの範囲内では工事騒音によってスナメリが回避反応を起こす可能性が考えられるが、工事期間は一時的であり、実証予定地点周辺900m以遠については反応閾値レベル以下であることから工事中の本種生息環境への影響は小さいと評価された。



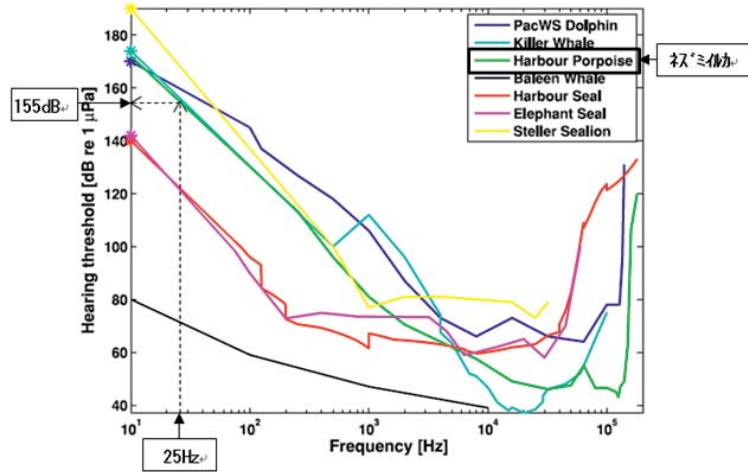
出典：水中音の魚類に及ぼす影響（社）日本水産資源保護協会，平成9年10月）を一部改変

図 4.1.2-10 富山湾伏木外港海域における捨石投入工事の水中騒音の距離減衰

《供用時（稼働中）》

供用時の水中騒音の予測・評価は、前項の魚類（カタクチイワシ）同様、既往の2MW洋上風車1基供用時の水中騒音データを基にした音源音圧レベル（25Hzで119dB re 1 μ Pa @1m）を対象とした。また、スナメリの聴覚閾値は、同科のネズミイルカ（Harbour Porpoise）の聴覚閾値図（図4.1.2-11）を基に25Hzの聴覚閾値を155dB dB re 1 μ Paとした。

2MW洋上風車供用時の風車直近1mの水中騒音（ピーク時：25Hz）が119dB re 1 μ Paに対し、ネズミイルカの聴覚閾値（25Hz）が155dB re 1 μ Paであるため、風車直近1mの水中騒音はネズミイルカの聴覚閾値以下となることが予測された。よって、供用時における水中騒音による本種の生息環境への影響は小さいと評価された。



出典：Erbe et al (2014) を一部改変

図 4. 1. 2-11 ネズミイルカ等海棲哺乳類の聴覚閾値

(ウ) 事後調査結果

事前調査同様、船舶トランセクトライン調査手法にて工事中・供用時調査を実施している。

工事中調査(図4.1.2-12)は、平成24年6月～12月、平成25年2月まで実施し、スナメリが延べ71個体確認された。工事中のスナメリは、6月に10頭、7月に47頭、8月に4頭、9月に10頭、10月に5頭、12月に5頭、2月に4頭出現し、調査範囲の概ね全域で生息密度が低かった。繁殖時期となる6～9月の内、7月は他の月よりも多く出現していた。

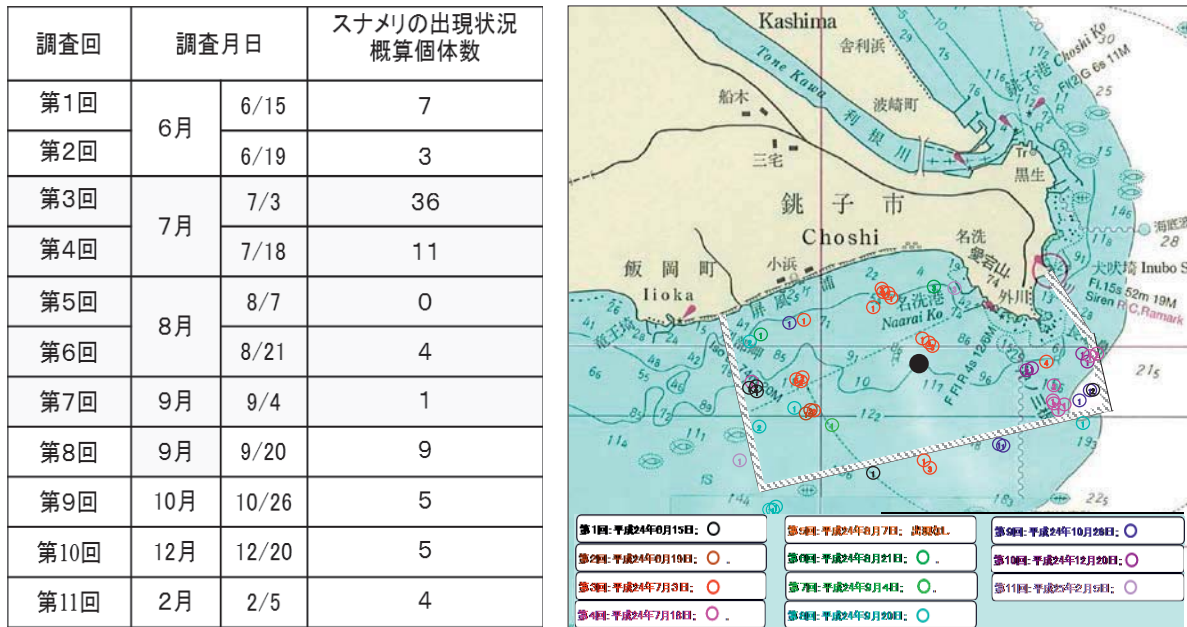


図4. 1. 2-12 工事中調査におけるスナメリの出現個体数と分布状況

供用時調査(図4.1.2-13)は、平成25年6月～12月、平成26年2月まで実施し、スナメリが延べ241個体確認されている。供用時のスナメリは、6月に58頭、7月に125頭、8月に35頭、9月に4頭、10月に36頭、12月に31頭、2月に0頭であり、調査範囲の概ね全域で出現し、事前及び工事中調査時と異なり生息密度が高い。特に犬吠埼南側で多く出現している。また、繁殖時期となる6～9月の内、特に6月・7月に多く出現しており、例年とおりに繁殖海域として利用されているものと考えられる。

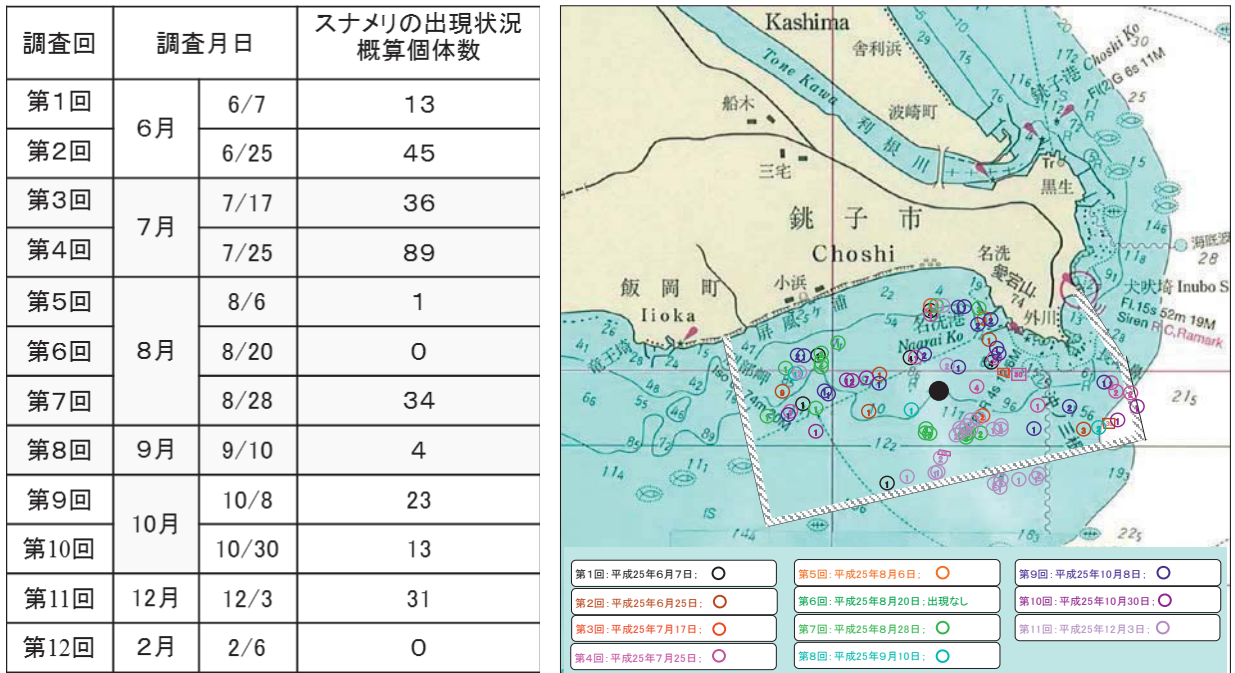


図4.1.2-13 供用時調査におけるスナメリの出現個体数と分布状況

(エ) 検証

【スナメリの調査方法】

本調査では、昼間を対象とした船上目視調査手法を用いているが、スナメリは小型で背びれが無く、目視観察の熟練者でなければ発見しにくい鯨類であり、北九州市沖実証サイトでは昼間だけでなく、夜間に行動することが確認されている。

事前・工事中・供用時調査時の船上目視調査結果とともに、下記のとおり実施したスナメリの鳴音の受動的音響探知機調査結果を照し合せ、船上目視調査結果と受動的音響探知機調査結果の比較を行った。

《スナメリの鳴音調査(受動的音響探知機調査)》

本調査では、表4.1.2-6のとおり、事前・工事中・供用時において、図4.1.2-14のとおり実証機設置付近(A1定点)と対照区(A2定点)を対象に、受動的音響探知機を設置して、スナメリの鳴音を観測した。

表4.1.2-6 スナメリの鳴音調査実施時期

時期	観測期間
事前	平成24年5月14日～6月15日
工事中	平成24年6月16日～7月8日
供用時	平成25年5月28日～8月28日

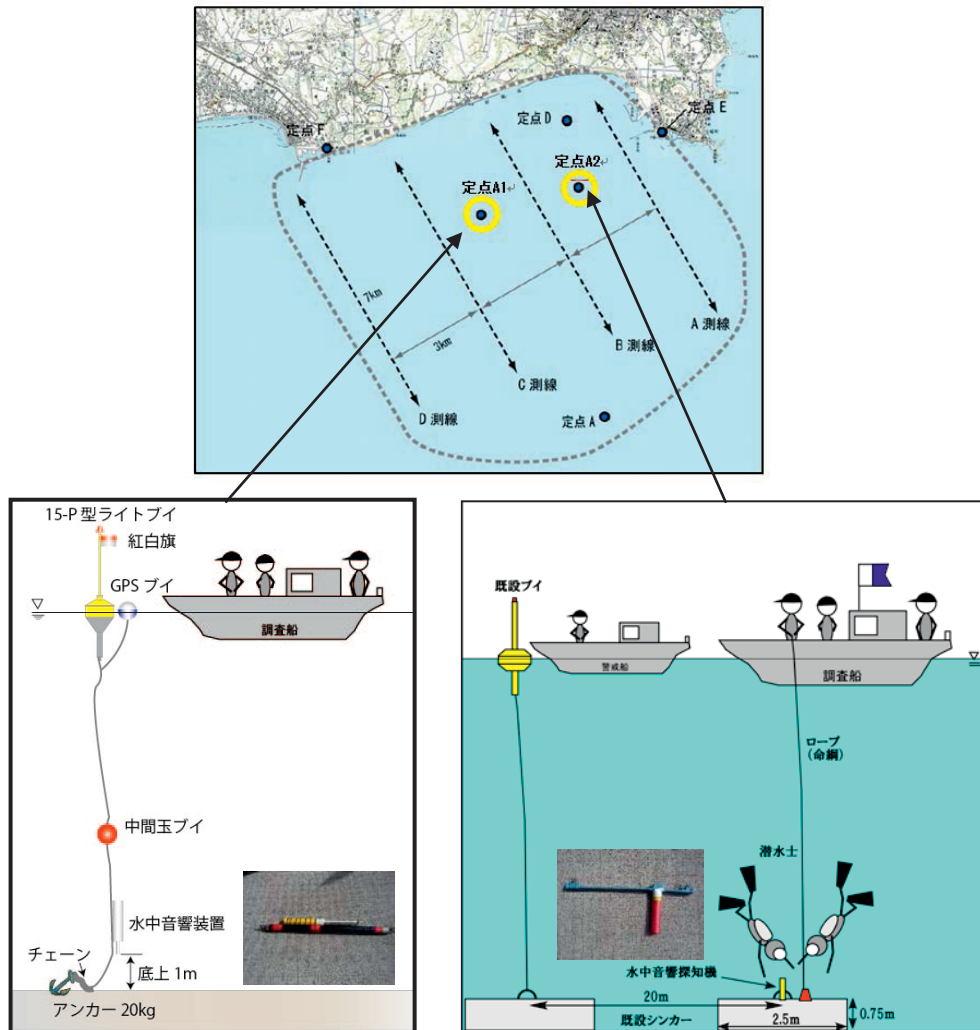


図4.1.2-14 スナメリの鳴音観測点と受動的音響探知機設置方法

その結果(図4.1.2-15)、船上目視調査と受動的音響探知機調査の両方で、事前・工事中・供用時の変動傾向、すなわち、事前時に比べて、工事中は一旦減少するが、供用時には事前と同じレベルまで回復する傾向が確認できた。受動的音響探知機調査ではスナメリの日周行動を把握することができ、昼間に少なく、夜に多いことが確認できた。一方、船上目視調査では夜間の状況・行動は把握することができないが、昼間の観察結果だけでも事前・事後の概略の変動傾向は音響探知機調査と同様であることが確認できた。

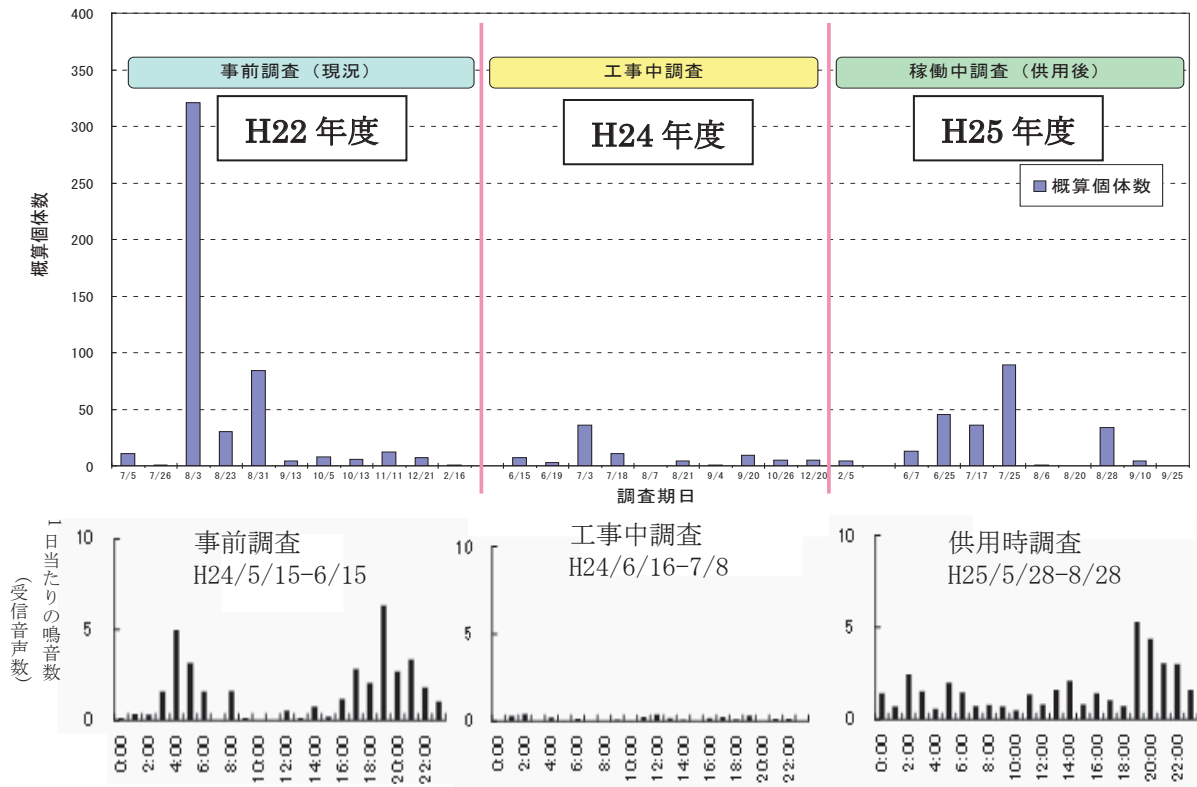


図4.1.2-15 船舶目視調査によるスナメリ調査結果 (上段) と

受動的音響探知機によるスナメリの鳴音出現頻度 (下段) の比較

【工事中の水中騒音の予測・評価】

当該予測・評価では、既往の捨石投入工事時の水中騒音距離減衰図をベースに、スナメリ含む海棲哺乳類の一般的な水中騒音反応閾値レベルを照し合せた結果、工事点付近から距離900m程度以遠で反応閾値レベル以下になると予測された。

しかし、当該工事中には水中騒音調査が同時実施されていないため、引用している捨石投入時の水中騒音事例の検証ができない。

【工事中のスナメリへの予測・評価】

当該予測評価では、工事中の水中騒音予測結果から、工事期間は一時的であり、工事点付近周辺900m以遠では本種の生息環境への影響は小さいと評価した。

本予測・評価結果に対し、工事中調査のスナメリの分布域を見ると、工事地点付近で数回確認されているが、事前調査時よりやや分散している傾向にあり、実際に(観測タワー基礎部)捨石工事等が行われた平成24年6月中旬～下旬はスナメリの出現は全体で10個体だけであった。

同工事期間(平成24年6月16日～7月8日)に実施したスナメリ鳴音調査結果を見ると(図4.1.2-16)、工事中の鳴音数は、開発区では事前に比べて大幅に減少しているが、対照区では開発区のような大きな低減は無く、事前時に近い状況であった。また、事後の鳴音は開発区では対照区レベルに増加しており、工事中の影響は一時的であることが確認された。開発区から3km程西側に離れた対照区周辺海域においては、工事中にスナメリ鳴音が確認されていることから、音源から900m以遠では本種の生息環境への影響はなく、当該予測・評価は妥当と考えられる。

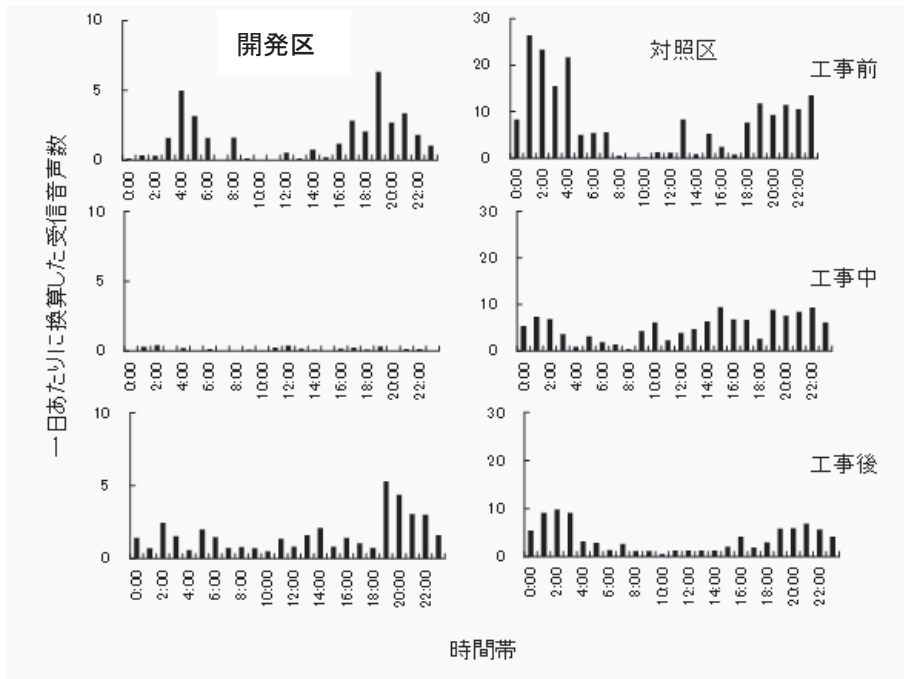


図4.1.2-16 開発区 (A2) ・対照区 (A1) におけるスナメリの鳴音調査結果

【供用時の水中騒音の予測・評価】

当該予測・評価では、既往文献値をベースにして洋上風車供用時の周波数別音源音圧レベル及びネズミイルカ（スナメリと同科）の聴覚閾値（周波数別音圧レベル）を推定し、その推定値から洋上風車直近1mの水中騒音レベルはネズミイルカの聴覚閾値以下であるため、本種（スナメリ含む）への影響は小さいと評価した。

当該予測に用いた文献は前述の「魚類（カタクチイワシ）」と同様で、既往文献値による水中騒音予測値と実証機の供用時調査結果を基にした水中騒音の予測値を比較した結果、音源音圧レベルは、文献を基にした予測値（119 dB re 1 μ Pa @1m）に対して、実測を基にした予測値（113dB re 1 μ Pa @1m）であり、オーダーレベルに大きな相違が無く、当該既往文献値を基にした水中騒音の予測は概ね妥当と考えられた。

【供用時のスナメリへの予測・評価】

本予測・評価結果に対し、供用時調査のスナメリの出現個体数は、工事中調査（71個体）から241個体まで増えており、それらの分布域は事前調査時と同様に犬吠埼側の海岸に多く出現する傾向が確認されていることから、供用時の水中騒音によるスナメリへの影響はほとんどないと考えられるため、当該予測・評価は妥当と考えられる。

表4.1.2-7 海棲哺乳類（スナメリ）への影響予測・評価の検証（概要）

項目	作業概要	時期	対象海区	海棲哺乳類(スナメリ)の調査・予測・評価結果
事前調査	スナメリ調査 (船上から目視観察して出現個体数等を確認)	H22年7月・8月・9月・10月・11月・12月・H23年2月	事業実施区域及び周辺海域 (トランセクトライン6本)	<ul style="list-style-type: none"> ◆スナメリは7月に12頭、8月に435頭、9月に4頭、10月に14頭、11月に12頭、12月に7頭、2月に1頭出現し、特に8月に多く出現した。 ◆スナメリは主に水深10m前後の海域で確認され、特に犬吠崎南側で多く出現していた。
予測・評価	既往調査事例等を基に、風車の基礎捨石工事時及び風車稼働時の水中騒音によるスナメリへの影響を予測・評価	工事中(捨石工事) 供用時(稼働時)	開発区 (事業実施区)	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆既往の捨石工事時の水中騒音距離減衰図を基に、スナメリ含む海棲哺乳類の一般的な水中騒音反応閾値レベル120dB re 1 μPa を照し合せ、工事点付近から距離900m程度までは反応閾値レベルを超過するもの、それ以遠では当該レベル以下になると予測。 ◆工事点付近から距離900mの範囲内では工事騒音によってスナメリが回避反応を起こす可能性が考えられるが、工事期間は一時的であり、実証予定地点周辺900m以遠については反応閾値レベル以下であることから工事中の本種生息環境への影響は小さいと評価される。 <p>【風車供用時(稼働時)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆【供用時の2MW洋上風車水中騒音(推定値)】=ピーク周波数25Hzの音源音圧レベル(119dB re 1 μPa @1m) ※魚類(カタクチイワシ)同様 ◆【スナメリと同科のネズミイルカ(Harbour Porpoise)の聴覚閾値(推定値)】=周波数25Hzの聴覚閾値155dB dB re 1 μPa ◆上記推定値を比較した結果、2MW洋上風車供用時の風車直近1mの水中騒音は、ピーク(25Hz)で119dB re 1 μPaとなるが、ネズミイルカの25Hzの聴覚閾値は155dB re 1 μPaであるため、風車直近1mの水中騒音はネズミイルカの聴覚閾値以下となることが予測された。よって、供用時(稼働時)における水中騒音による本種の生息環境への影響は小さいと評価された。
事後調査	スナメリ調査 (事前調査と同様)	工事中(H24年6月・7月・8月・9月・10月・12月) 稼働時(H25年2月・6月・7月・8月・9月・10月・12月・H26年2月)	事業実施区域及び周辺海域 (トランセクトライン6本)	<ul style="list-style-type: none"> ◆工事中期間中、スナメリはH24年6月に10頭、7月に47頭、8月に4頭、9月に10頭、10月に5頭、12月に5頭確認され、特に7月に多く出現した。 ◆スナメリは調査範囲の概ね全体に出現していた。 ◆稼働期間中、スナメリはH25年6月に58頭、7月に125頭、8月に35頭、9月に4頭、10月に46頭、12月に31頭・H26年2月は0頭で、特に6月・7月に多く出現した。 ◆スナメリは調査範囲の概ね全体で出現しており、特に犬吠崎南側で多く出現していた。
検証	<p>①工事中の水中騒音の予測・評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ●工事中(捨石工事)の水中騒音予測については、工事中に水中騒音を実測されていないため検証ができない。 <p>②供用時の水中騒音の予測・評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ●既往文献値による水中騒音予測値と実証機の供用時調査結果を基にした水中騒音の予測値について比較・検討した。 ●文献値と実測値を基にした音源音圧レベルを比較すると、文献値を基にした予測値(119 dB re 1 μPa @1m)に対して、実測値を基にした予測値(113dB re 1 μPa @1m)であり、オーダーレベルに大きな相違が無く、当該既往文献値を基にした水中騒音の予測は概ね妥当と考えられた。 <p>③工事中のスナメリの予測・評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ●工事中のスナメリ調査結果を見ると、工事地点付近で数回確認されているが、事前調査時よりやや分散している傾向にあった。 ●別途実施したスナメリの鳴音調査(受動的音響探知機調査)結果によれば、工事中の鳴音数は、開発区では事前に比べて大幅に減少しているが、対照区では対照区のような大きな低減は無く、事前時に近い状況であった。また、事後には開発区の鳴音数は対照区レベルに増加していた。 ●開発区におけるスナメリは工事中は一旦少なくなるが、3km程離れた対照区では工事中にスナメリ鳴音が確認されていることから、当該予測・評価は妥当と考えられる。 <p>④供用時のスナメリの予測・評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ●供用時のスナメリは、工事中調査(71個体)から241個体まで増えており、それらの分布域は事前調査時と同様に犬吠崎側の海岸に多く出現する傾向が確認されている。 ●別途実施したスナメリ鳴音調査でも事前に比べ、工事中は一旦減少するが、稼働時には事前と同レベルまで回復することが確認されている。 ●以上から供用時の水中騒音によるスナメリへの影響はほとんどないと考えられるため、当該予測・評価は妥当と考えられる。 			
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ●洋上風車稼働時の水中騒音データは基礎種類・規模・気象条件等によって異なるため、予測・評価時には対象風車の諸条件に併せた既往事例の収集が必要。 ●評価対象となる海棲哺乳類によって聴覚閾値が異なるため、予測・評価時には各種あるいは近縁種の聴覚閾値知見の収集が必要。 			

③ 景観

風車の存在・供用時における景観への影響予測・評価結果について検証を試みた。

(ア) 事前調査結果

事業実施区域を望む主要眺望地点として「地球の丸く見える丘展望館」、「外川漁港」および「飯岡刑部岬展望館」3点を選定し、現地写真を撮影している。

(イ) 予測・評価結果

本予測・評価では、3点の写真を基にフォトモンタージュを作成した結果(図4.1.2-17)、3眺望点からいずれも視認されるが、視距離は3km以上離れており、遠景域に分類されるとしている。視覚占有率(閾値1.5%以下)、見込角度(眺望の主対象角度:15度、人間の識別可能な角度:1~2度)で評価した結果、いずれも極めて影響は小さいと予測されている。

外川漁港



視距離: 3.5km
 構造物占有率0.0109%
 見込角: 1.528度

地球の丸く
見える丘展
望館



視距離: 4.6km
 構造物占有率0.0045%
 見込角: 1.146度

飯岡刑部岬
展望館



視距離: 7.5km
 構造物占有率0.0033%
 見込角: 0.6111度

図4.1.2-17 景観の予測結果(フォトモンタージュ)

(ウ) 事後調査結果

事後調査では、地球の丸く見える丘展望館において、再度写真撮影を実施し、フォトモンタージュと比較した結果（図4.1.2-18）、概ね同様の景観となっていると評価されている。



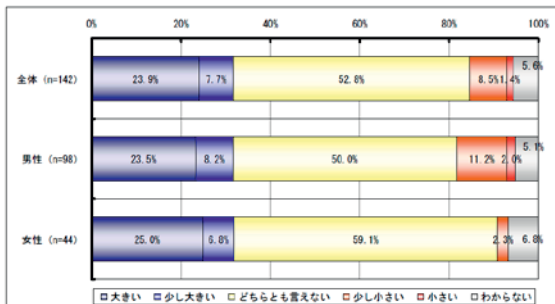
【a：予測結果（フォトモンタージュ）】

【b：事後調査結果】

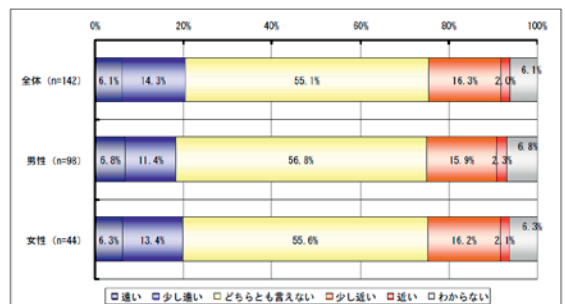
図4.1.2-18 景観の予測と事後調査結果

また、当事後調査では、銚子沖洋上風力現場見学者、講演来場者、地球の丸く見える丘展望館の来館者に対するアンケート調査（平成25年5月2日～平成25年9月19日（回答数142通））を実施しており、その中で景観に係る設問回答（図4.1.2-19）として、洋上風車の大きさについては全体の53%が「どちらともいえない」、全体の32%が「大きい・少し大きい」と回答された。風車までの距離については全体の55%が「どちらともいえない」、全体の20%が「遠い・少し遠い」と回答された。風車の色については全体の78%が違和感ないと回答されていた。

【洋上風車の大きさ】



【風車までの距離】



【風車の色】

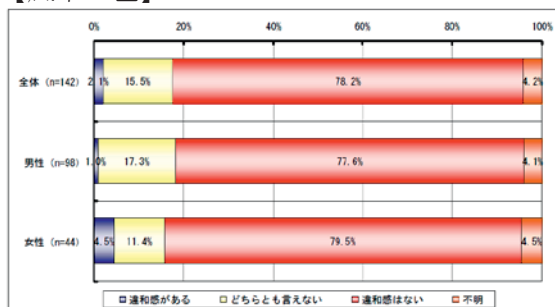


図4.1.2-19 景観の予測と事後調査結果

(エ) 検証

フォトモンタージュ写真・事後調査写真を比較すると、概ね同様の景観状態で、洋上実証施設は背景に溶け込んでおり、景観的にはほとんど気にならないことから予測・評価は妥当と考えられた。ただし、事前と事後写真の天候・時間等できるだけ同一条件で撮影して、景観を比較することが望ましいと考えられた。

また、事後調査として銚子沖洋上風力現地見学者等を対象としたアンケート調査結果を実施されているが、外川漁港等主要景観ポイントにて予測・評価した視覚占有率・視距離等に対する事後調査結果が無いことから、今後の留意点と考えられる。

表4.1.2-8 景観への影響予測・評価の検証(概要)

項目	時期	対象海区	景観の調査・予測・評価結果
事前調査	H20年	事業実施区域	主要な眺望地点として「地球の丸く見える丘展望館」、「外川漁港」および「飯岡刑部岬展望館」の3点を選定し、現況写真を撮影した。
予測・評価	風車供用時	事業実施区域	◎3点の写真を基にフォトモンタージュを作成した結果、3眺望点からいずれも視認されるが、視距離は3km以上離れており、遠景域に分類される。 ◎視覚占有率(閾値1.5%以下)、見込角度(眺望の主対象角度:15度、人間の識別可能な角度:1~2度)で評価した結果、いずれも極めて影響は小さいと予測された。
事後調査	風車供用時 (H27年2月)	事業実施区域	◎地球の丸く見える丘展望館において、再度写真撮影を実施し、フォトモンタージュと比較した結果、概ね同様の景観となっているとされている。 ◎銚子沖洋上風力現場見学者の来館者に対するアンケート調査(景観に係る項目)の結果、洋上風車の大きさについては全体の52%が「どちらともいえない」、全体の32%が「大きい・少し大きい」と回答された。風車までの距離については全体の55%が「どちらともいえない」、全体の20%が「遠い・少し遠い」と回答された。風車の色については全体の78%が違和感ないと回答されていた。
検証	◎フォトモンタージュ写真・事後調査写真を比較すると概ね同様の景観状態で、背景に溶け込んでおり、景観的にはほとんど気にならないことから予測・評価は妥当と考えられた。 ◎ただし、事前と事後写真の天候・時間等できるだけ同一条件で撮影して、景観を比較することが望ましいと考えられた。 ◎景観に係るアンケートは、地球の丸く見える丘展望館以外に、外川漁港等主要眺望点の訪問者等を対象に実施し、影響評価の検証を行うことが望ましい。		
留意点	◎地球の丸く見える丘展望館以外に、外川漁港等主要眺望点にて予測・評価した視覚占有率・視距離等に対する事後調査結果が無いことから、今後の留意点と考えられる。		

4.2 北九州市沖洋上風力発電実証研究

(1) 事後調査結果

表4.2.1-1に北九州市沖サイトにおける調査項目別の調査時期・測点・方法等の概要、表4.2.1-2に事前調査・事後調査（工事中・供用時）の工程表（平成22年度～26年度）を整理した。

また、以下に調査項目別の事後調査結果の概要を整理した。

表4.2.1-1 北九州市沖サイトの調査項目別の調査時期・測点・方法等の概要

調査項目	調査時期			調査測点等	調査方法
	事前	工事中	供用時		
1 水質(水の濁り)	○	○	○	実証海域周辺2点	採水による採取
2 底質	○	○	○	実証海域周辺2点	採泥器による底質採取
3 洗掘	○			実証海域周辺	既往調査資料による検討
4 水中騒音・振動	○	○	○	実証海域周辺3点	ハイドロフォン・ピックアップによる観測
5 鳥類(船舶トランゼクト)	○	○	○	実証海域周辺4測線	船舶における目視調査
6 鳥類(定点調査)	○		○	陸上・実証海域周辺8点	定点における目視調査
7 鳥類(渡り鳥調査)	○		○	陸上・実証海域周辺4点	渡り鳥調査定点における目視調査
8 鳥類(レーダー調査)		○	○	陸上1点	レーダーによる24時間連続観測
9 鳥類(衝突感知システム)			○	実証機1点	TADS(赤外線衝突監視カメラ)による24時間連続観測
10 底生生物	○		○	実証海域周辺2点	採泥器によるベントス採集
11 魚介類(漁業生物)	○		○	実証海域周辺2点	小型底曳網等による調査
12 海棲哺乳類	○	○	○	実証海域周辺2点	受動的音響探知機Atagによるスナメリの鳴音調査
13 海草・藻類	○		○	実証海域周辺2測線	潜水士による目視調査・写真撮影
14 景観	○		○	陸上3点(主要眺望点)	フォトモニタージュ等による景観調査及び事後写真撮影
15 電波障害	○		○	実証海域含む2km×2km範囲	漁業無線の受信状態等の調査
16 動植物プランクトン・魚卵・稚仔魚	○			実証海域周辺1点	プランクトンネット(動物プランクトン)、採水法(植物プランクトン)、マルチネット(魚卵・稚仔魚)による採集
17 潮間帯生物・漁礁効果			○	実証機基礎周辺	潜水士による目視調査・定量採取・カメラ撮影

① 水質「水の濁り」(工事中)

事前調査と同様の手法により、工事中の水の濁り(SS)を調査した結果(表4.1.1-3)、工事直前と同等の1mg/L未満~1mg/Lの範囲であり、濁りSSへの影響は小さかったとされている。

表4.2.1-3 工事中の水の濁り(SS)調査結果

調査日:平成24年9月4日

調査項目	試料名	調査区						対照区						基準値 (環境基準)
		工事前			工事中			工事前			工事中			
		表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	
現地項目等	水深 (m)	14.5			14.5			12.5			12.5			-
	透明度 (m)	6.1			6.9			5.9			4.3			-
	水温 (°C)	27.3	27.2	26.9	27.7	27.6	27.1	27.2	27.1	26.9	27.7	27.6	27.1	-
	塩分 (-)	32.49	32.62	32.74	32.38	32.49	32.70	32.54	32.58	32.64	32.27	32.57	32.67	-
生活環境項目	水素イオン濃度 [25°C]	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.8~8.3
	溶存酸素量 (mg/L)	6.4	6.6	6.1	7.1	7.0	6.2	6.8	6.8	6.2	7.2	7.1	6.4	7.5以上
	化学的酸素要求量 (mg/L)	1.7	1.7	1.4	1.8	1.9	1.3	1.5	1.8	1.6	1.7	1.5	1.4	2以下
	浮遊物質 (mg/L)	1未満	1	1	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	2	1	1	1	-
	大腸菌群数 (MPN/100mL)	2.3×10 ¹	-	-	2.3×10 ¹	-	-	2.3×10 ¹	-	-	2.3×10 ¹	-	-	1,000以下
	ノルマルヘキサン抽出物質 (mg/L)	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	検出されないこと。
	全窒素 (mg/L)	0.13	0.14	0.13	0.16	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.14	0.3以下
	全リン (mg/L)	0.020	0.022	0.020	0.022	0.022	0.020	0.020	0.023	0.021	0.024	0.020	0.021	0.003以下
全亜鉛 (mg/L)	0.009	-	-	0.004	-	-	0.005	-	-	0.002	-	-	0.02以下	

注1:pH、DO、COD、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物質は響灘のA類型に指定されている。

注2:ノルマルヘキサン抽出物質の基準値の「検出されないこと。」とは、定量下限値未満(0.5mg/L未満)を示す。

注3:全窒素、全リンは響灘及び周防灘(ホ)のII類型に指定されている。

注4:調査海域において全亜鉛の類型は指定されていないため、参考として生物Aの基準値を記載した。

工事前採取 9:00~9:30

工事開始 10:30

工事中採取 13:50~14:30

② 底質(工事中・供用時)

事前調査同様の手法により、工事中・供用時の底質を調査した結果(表4.2.1-4)、いずれも概ねTS・COD等の水産用水基準項目は基準値以下であったとされている。

表4.2.1-4(1) 工事中の底質調査結果

調査日:平成24年9月4日

調査項目	試料名	実証機設置地点	対照区	基準値 (水産用水基準)	
現地項目等	水深 (m)	14.5	12.5	-	
	泥温 (°C)	26.5	27.5	-	
	臭気 (-)	無臭	無臭	-	
	泥色 (-)	2.5Y 4/3(オリーブ褐)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐)	-	
その他	乾燥減量 (%)	22.6	18.5	-	
	強熱減量(1L) (%)	1.4	0.6	-	
	硫化物(T-S) (mg/g)	0.01未満	0.01未満	0.2以下	
	全窒素(T-N) (mg/g)	0.23	0.15	-	
	全リン(T-P) (mg/g)	0.25	0.15	-	
	化学的酸素要求量(CODsed) (mg/g)	0.5	0.7	20以下	
	水素イオン濃度(pH) [24°C]	8.4	8.3	-	
	粒度組成	粗礫分 (%)	-	-	-
		中礫分 (%)	1.3	2.2	-
		細礫分 (%)	2.3	10.6	-
		粗砂分 (%)	8.5	38.0	-
		中砂分 (%)	61.0	43.1	-
		細砂分 (%)	24.7	4.1	-
シルト分 (%)		0	0.2	-	
粘土分 (%)		2.2	1.8	-	
中央粒径 (mm)	0.347	0.864	-		
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.69	2.66	-		

注1) 泥色の観察には標準土色帳(農林水産省農林水産技術会議事務局 監修)を用いた。

注2) 底質の一般項目には環境基準が定められていないため、参考として水産用水基準を記載した。

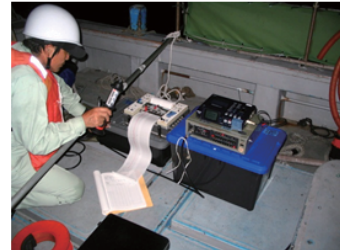
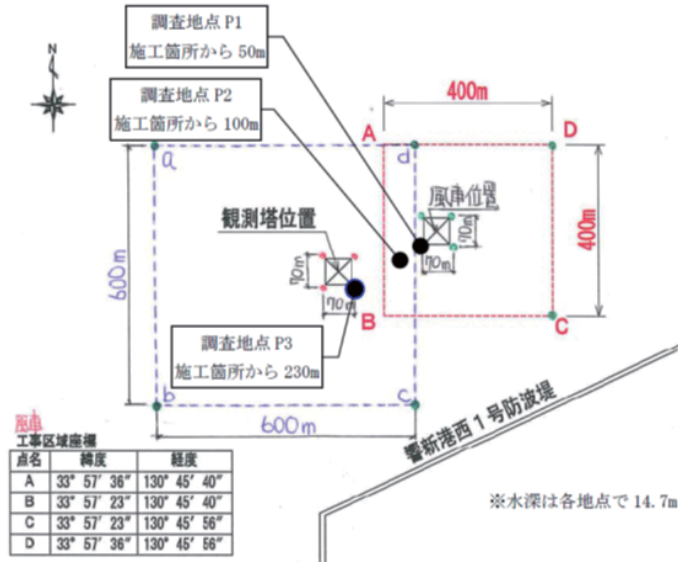
表4.2.1-4(2) 供用時の底質調査結果

調査項目	試料名	実証機設置地点	対照区	基準値 (水産用水基準)	
平成25年8月19日	現地項目等				
	水深 (m)	15.1	12.3	-	
	泥温 (°C)	31.7	31.6	-	
	臭気 (-)	無臭	無臭	-	
	泥色 (-)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	-	
	乾燥減量 (%)	16.7	18.7	-	
	強熱減量(1L) (%)	2.2	1.2	-	
	硫化物(T-S) (mg/g)	0.01未満	0.01	0.2以下	
	全窒素(T-N) (mg/g)	0.11	0.11	-	
	全リン(T-P) (mg/g)	0.16	0.13	-	
	化学的酸素要求量(CODsed) (mg/g)	0.4	0.5	20以下	
	水素イオン濃度(pH) [24°C]	8.5	8.3	-	
	その他	粗砂分 (%)	-	-	-
		中砂分 (%)	1.4	8.6	-
細砂分 (%)		15.6	17.1	-	
粗砂分 (%)		35.8	35.9	-	
中砂分 (%)		40.9	34.1	-	
細砂分 (%)		3.7	2.5	-	
シルト分 (%)		0.4	0.4	-	
粘土分 (%)		2.2	1.4	-	
中央粒径 (mm)		0.908	1.109	-	
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.65	2.65	-	
平成25年11月23日		現地項目等			
	水深 (m)	14.5	12.3	-	
	泥温 (°C)	16.0	16.8	-	
	臭気 (-)	無臭	無臭	-	
	泥色 (-)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	-	
	乾燥減量 (%)	19.6	14.2	-	
	強熱減量(1L) (%)	1.1	0.6	-	
	硫化物(T-S) (mg/g)	0.01未満	0.01未満	0.2以下	
	全窒素(T-N) (mg/g)	0.21	0.11	-	
	全リン(T-P) (mg/g)	0.18	0.12	-	
	化学的酸素要求量(CODsed) (mg/g)	0.9	0.6	20以下	
	水素イオン濃度(pH) [24°C]	8.5	8.4	-	
	その他	粗砂分 (%)	-	-	-
		中砂分 (%)	-	2.4	-
細砂分 (%)		3.5	14.2	-	
粗砂分 (%)		30.7	51.6	-	
中砂分 (%)		57.3	28.5	-	
細砂分 (%)		7.1	2.5	-	
シルト分 (%)		0.7	0.3	-	
粘土分 (%)		0.7	0.5	-	
中央粒径 (mm)		0.628	1.151	-	
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.66	2.66	-	
平成26年1月24日		現地項目等			
	水深 (m)	14.9	12.5	-	
	泥温 (°C)	12.5	12.5	-	
	臭気 (-)	無臭	無臭	-	
	泥色 (-)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	-	
	乾燥減量 (%)	16.8	15.6	-	
	強熱減量(1L) (%)	1.3	0.9	-	
	硫化物(T-S) (mg/g)	0.01未満	0.01未満	0.2以下	
	全窒素(T-N) (mg/g)	0.05	0.11	-	
	全リン(T-P) (mg/g)	0.15	0.09	-	
	化学的酸素要求量(CODsed) (mg/g)	0.7	0.6	20以下	
	水素イオン濃度(pH) [24°C]	8.3	8.1	-	
	その他	粗砂分 (%)	-	-	-
		中砂分 (%)	1.5	2.8	-
細砂分 (%)		7.9	21.5	-	
粗砂分 (%)		22.7	38.2	-	
中砂分 (%)		60.5	34.2	-	
細砂分 (%)		6.5	2.7	-	
シルト分 (%)		0.2	0	-	
粘土分 (%)		0.7	0.6	-	
中央粒径 (mm)		0.629	1.122	-	
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.66	2.65	-	
平成26年5月29日		現地項目等			
	水深 (m)	14.9	12.5	-	
	泥温 (°C)	21.5	20.5	-	
	臭気 (-)	無臭	無臭	-	
	泥色 (-)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	2.5Y 4/3 (オリーブ褐色)	-	
	乾燥減量 (%)	17.0	16.4	-	
	強熱減量(1L) (%)	1.3	1.1	-	
	硫化物(T-S) (mg/g)	0.01	0.01未満	0.2以下	
	全窒素(T-N) (mg/g)	0.07	0.12	-	
	全リン(T-P) (mg/g)	0.12	0.15	-	
	化学的酸素要求量(CODsed) (mg/g)	0.9	1.1	20以下	
	水素イオン濃度(pH) [24°C]	8.0	8.0	-	
	その他	粗砂分 (%)	-	-	-
		中砂分 (%)	6.1	6.8	-
細砂分 (%)		18.6	9.4	-	
粗砂分 (%)		53.3	38.7	-	
中砂分 (%)		19.9	39.9	-	
細砂分 (%)		0.7	3.4	-	
シルト分 (%)		0.3	0.7	-	
粘土分 (%)		1.1	1.1	-	
中央粒径 (mm)		1.335	0.942	-	
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.65	2.65	-	

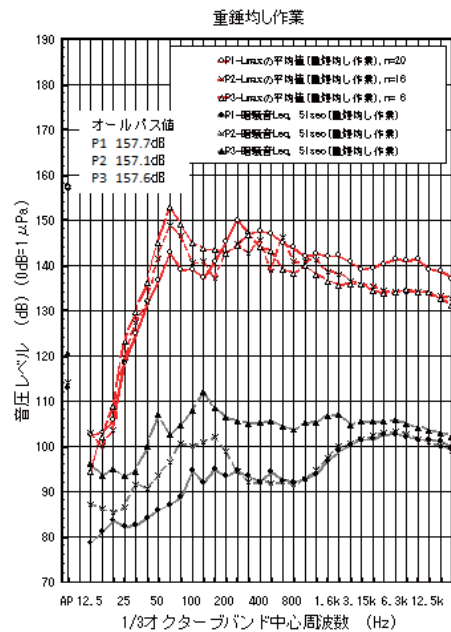
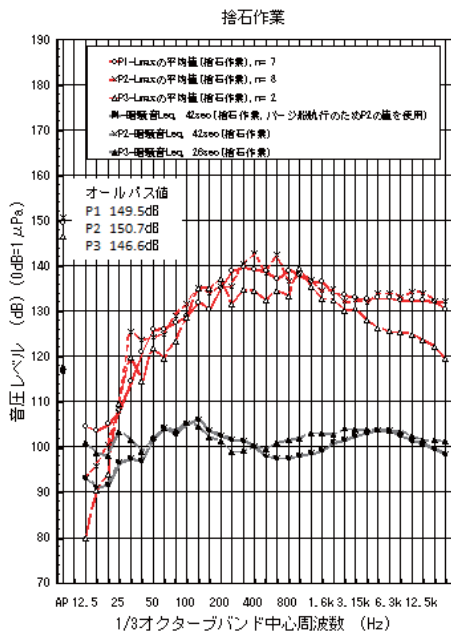
注1) 泥色の観察には標準土色帳(農林水産省農林水産技術会議事務局 監修)を用いた。
 注2) 底質の一般項目には環境基準が定められていないため、参考として水産用水基準を記載した。

③ 水中騒音・振動 (工事中・供用時)

事前調査と同様の手法により、工事中 (平成24年9月) の水中騒音・海底振動を調査した結果 (図 4.2.1-1(1))、水中騒音については工事の音源から50mで149.5dB、100mで150.7dB、230mで146.6dBであり、距離による減衰が認められなかったとされている。



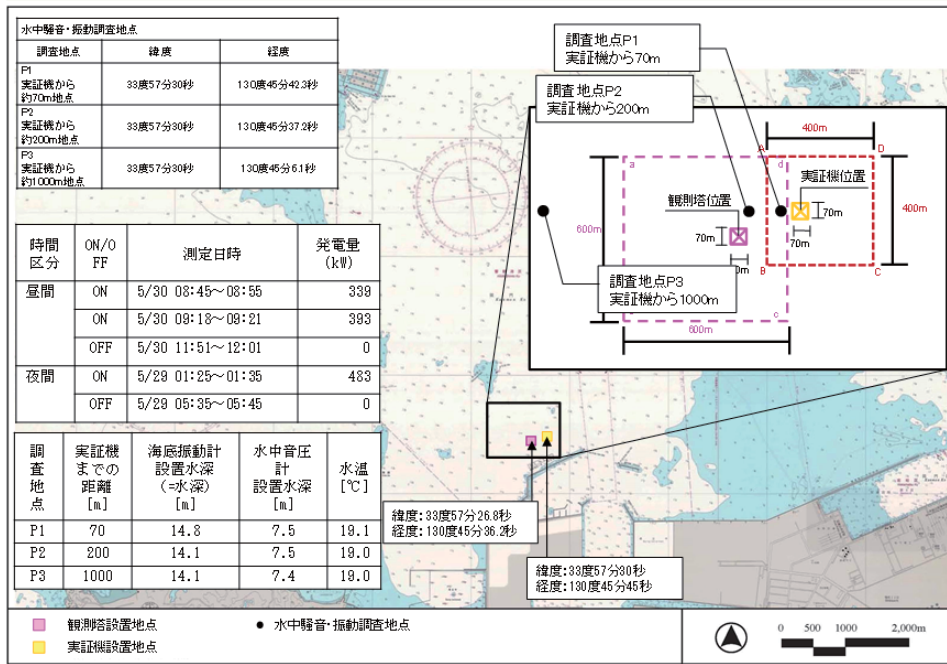
測定項目	測定日	調査地点P1	調査地点P2	調査地点P3
夜間暗騒音	9月3日(月)	20:04~20:34	19:12~19:42	20:46~21:16
捨石暗騒音・暗振動	9月4日(火)	07:58~08:18	08:43~09:03	09:29~09:49
捨石作業音・作業振動	9月4日(火)	13:56~14:16	13:15~13:35	12:24~12:44
重錘均し暗騒音・暗振動	9月5日(水)	06:45~07:05	07:21~07:41	08:03~08:23
重錘均し作業音・作業振動	9月5日(水)	10:20~10:40	09:35~10:00	09:00~09:20



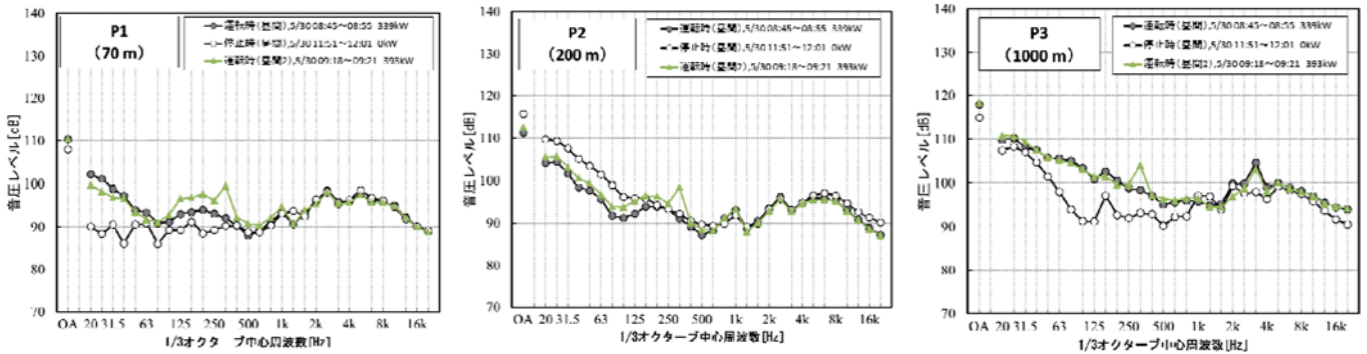
オールパス値では、距離による音圧レベルの減衰はあまり見られない。
周波数の高い領域では距離による音圧レベルの減衰がみられ、減衰の程度は周波数が高いほど大きい傾向がみられる。

図4.2.1-1(1) 水中騒音調査結果 (捨石・重錘均し工事時)

また、事前調査と同様の手法（測点は変更）により、供用時（平成25年5月）の水中騒音・海底振動を調査した結果（図4.2.1-1(2)）、洋上風車の稼働に伴った水中騒音・海底振動（オーバーオール値）は停止時に比べて大幅な上昇が認められなかったとされている。



【水中騒音(昼間)】



【海底振動(昼間)】

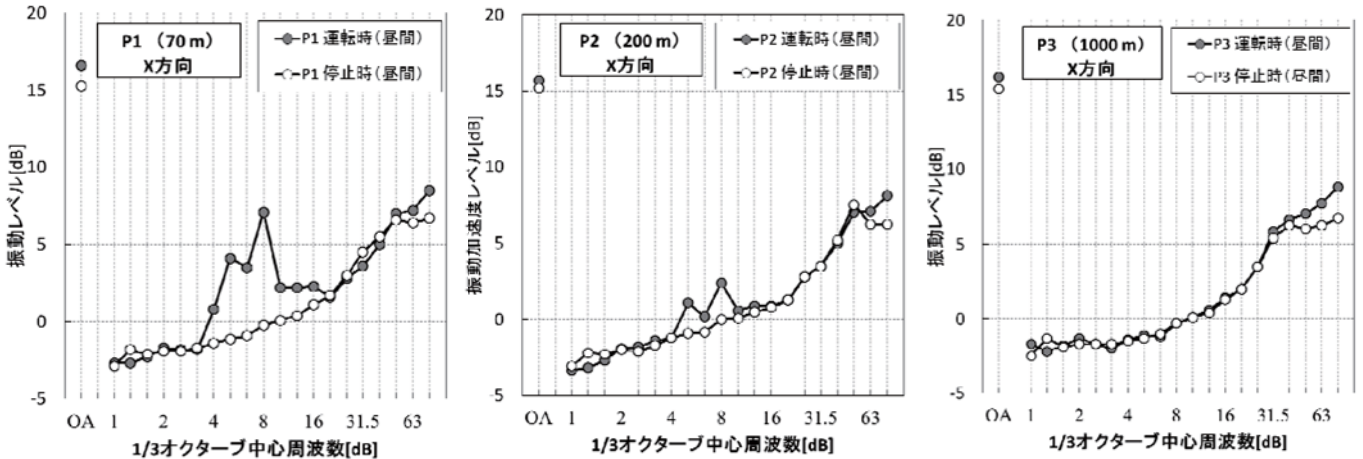


図4.2.1-1(2) 水中騒音・海底振動調査結果（供用時：昼間の観測結果）

④ 底生生物（供用時）

事前調査と同様の手法により、供用時の底生生物を調査した結果（表4.2.1-5）、予測・評価対象としているヒガシナメクジウオは、平成25年11月・平成26年1月調査の対照区域において確認されているものの、事業実施区域では確認されていないとされている。

表4.2.1-5(1) 底生生物の供用時調査結果

平成25年8月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	18 (46.2)	353 (45.4)	1.39 (9.0)	17 (32.1)	327 (19.9)	1.39 (5.1)
軟体動物門	8 (20.5)	215 (27.7)	7.23 (47.0)	15 (28.3)	767 (46.6)	15.44 (56.1)
節足動物門	7 (17.9)	139 (17.9)	6.14 (39.9)	15 (28.3)	428 (26.0)	2.49 (9.0)
棘皮動物門	2 (5.1)	28 (3.6)	0.21 (1.4)	3 (5.7)	55 (3.3)	2.55 (9.3)
その他	4 (10.3)	42 (5.4)	0.42 (2.7)	3 (5.7)	69 (4.2)	5.65 (20.5)
合計	39 (100.0)	777 (100.0)	15.39 (100.0)	53 (100.0)	1,646 (100.0)	27.52 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【軟体動物門】	ヒナタマエガイ	(17.8)	【軟体動物門】	ヒナタマエガイ	(38.1)
	【環形動物門】	Lumbrinerides属の一種	(15.1)	【節足動物門】	ミオドコーパ垂目の数種	(12.6)
	【節足動物門】	ミオドコーパ垂目の数種	(8.0)	【環形動物門】	Euchone属の一種	(4.2)
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【節足動物門】	サンカクフジツボ	(37.2)	【軟体動物門】	マツヤマフスレ	(17.5)
	【軟体動物門】	チゴバカガイ	(17.0)	【軟体動物門】	モシオガイ	(16.3)
	【軟体動物門】	タマキガイ属の一種	(12.1)	【その他: 刺胞動物門】	イソギンチャク目の一種	(14.0)

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重量の単位は「g/m²」である。

注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

平成25年11月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	5 (35.7)	97 (53.6)	0.42 (9.8)	4 (28.6)	35 (23.8)	0.41 (4.3)
軟体動物門	2 (14.3)	14 (7.7)	1.79 (41.7)	2 (14.3)	14 (9.5)	6.95 (72.6)
節足動物門	3 (21.4)	35 (19.3)	1.80 (42.0)	2 (14.3)	14 (9.5)	0.21 (2.2)
棘皮動物門	1 (7.1)	7 (3.9)	0.00 (0.0)	1 (7.1)	7 (4.8)	0.21 (2.2)
その他	3 (21.4)	28 (15.5)	0.28 (6.5)	5 (35.7)	77 (52.4)	1.79 (18.7)
合計	14 (100.0)	181 (100.0)	4.29 (100.0)	14 (100.0)	147 (100.0)	9.57 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【軟体動物門】	Lumbrinerides属の一種	(18.8)	【その他: 紐形動物門】	紐形動物門の数種	(19.0)
	【環形動物門】	Scoloplos属の一種	(15.5)	【その他: 刺胞動物門】	イソギンチャク目の一種	(14.3)
	【環形動物門】	Glycera属の一種	(11.6)	【環形動物門】	ミズヒキゴカイ科の一種	(9.5)
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【節足動物門】	クルマエビ科の一種	(35.4)	【軟体動物門】	カゴメガイ	(68.3)
	【軟体動物門】	クダクマガイ	(33.8)	【その他: 原索動物門】	ヒガシナメクジウオ	(11.5)
	【軟体動物門】	チゴバカガイ	(7.9)	【その他: 刺胞動物門】	イソギンチャク目の一種	(4.3)

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重量の単位は「g/m²」である。

注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

表4.2.1-5(2) 底生生物の供用時調査結果

平成26年1月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	4 (44.4)	145 (58.5)	0.96 (60.8)	10 (50.0)	146 (58.2)	0.56 (9.7)
軟体動物門	1 (11.1)	7 (2.8)	+ (0.0)	3 (15.0)	21 (8.4)	1.24 (21.4)
節足動物門	-	-	-	1 (5.0)	7 (2.8)	3.17 (54.7)
棘皮動物門	1 (11.1)	7 (2.8)	+ (0.0)	1 (5.0)	14 (5.6)	0.14 (2.4)
その他	3 (33.3)	89 (35.9)	0.62 (39.2)	5 (25.0)	63 (25.1)	0.69 (11.9)
合計	9 (100.0)	248 (100.0)	1.58 (100.0)	20 (100.0)	251 (100.0)	5.80 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【環形動物門】 Lumbrinerides属の一種		(33.5)	【環形動物門】 Scoloplos属の一種		(16.3)
	【その他: 紐形動物門】 紐形動物門の数種		(16.5)	【環形動物門】 Nereis科の一種		(11.2)
	【環形動物門】 Scoloplosの数種		(16.5)	【その他: 扁形動物門】 ヒラムシ目の一種		(8.4)
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【その他: 刺胞動物門】 イソギンチャク目の一種		(30.4)	【節足動物門】 モギエビ		(54.7)
	【環形動物門】 Glycera属の一種		(21.5)	【軟体動物門】 ウズザクラガイ		(17.8)
	【環形動物門】 Scoloplos属の一種		(21.5)	【その他: 原索動物門】 ヒガシナメクジウオ		(8.3)

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重力の単位は「g/m²」である。

注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

平成26年5月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	15 (25.9)	1,070 (35.8)	8.55 (49.5)	18 (42.9)	463 (35.6)	2.78 (23.6)
軟体動物門	18 (31.0)	518 (17.3)	4.63 (26.8)	10 (23.8)	125 (9.6)	5.86 (49.8)
節足動物門	17 (29.3)	1,269 (42.5)	2.84 (16.5)	8 (19.0)	580 (44.6)	1.53 (13.0)
棘皮動物門	4 (6.9)	56 (1.9)	0.21 (1.2)	3 (7.1)	62 (4.8)	0.83 (7.1)
その他	4 (6.9)	76 (2.5)	1.03 (6.0)	3 (7.1)	69 (5.3)	0.76 (6.5)
合計	58 (100.0)	2,989 (100.0)	17.26 (100.0)	42 (100.0)	1,299 (100.0)	11.76 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【節足動物門】 フレカラ属の一種		(27.6)	【節足動物門】 フレカラ属の一種		(28.1)
	【環形動物門】 Euchone属の一種		(25.4)	【節足動物門】 アゴナガヨコエビ属の一種		(6.4)
	【節足動物門】 アゴナガヨコエビ属の一種		(4.4)	【環形動物門】 Nereis科の一種		(5.9)
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【環形動物門】 Euchone属の一種		(21.6)	【軟体動物門】 チゴバカガイ		(30.4)
	【環形動物門】 Glycera属の一種		(14.0)	【軟体動物門】 クチベニガイ科の一種		(11.7)
	【軟体動物門】 チゴバカガイ		(12.0)	【環形動物門】 Scoloplos属の一種		(8.2)

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重力の単位は「g/m²」である。

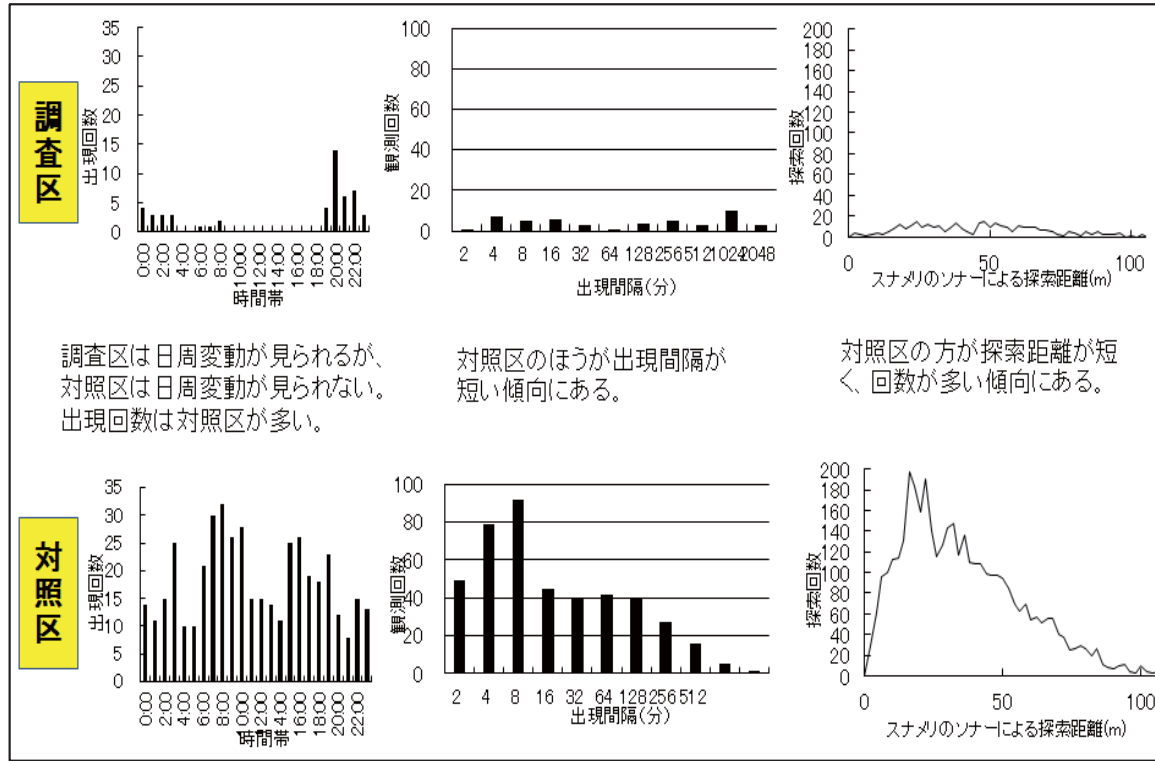
注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

⑤ 海棲哺乳類（工事中・供用時）

事前調査と同様の手法により、工事中（平成24年7月～8月、10月～11月）の海棲哺乳類（スナメリ）の出現状況調査を実施した結果（図4.2.1-2）、対照区に比べて事業実施区域（調査区）の鳴音数は大幅に少なかったが、対照区ではスナメリの鳴音が多く確認されていたとされている。

平成24年7月13日～8月14日



平成24年10月11日～11月14日

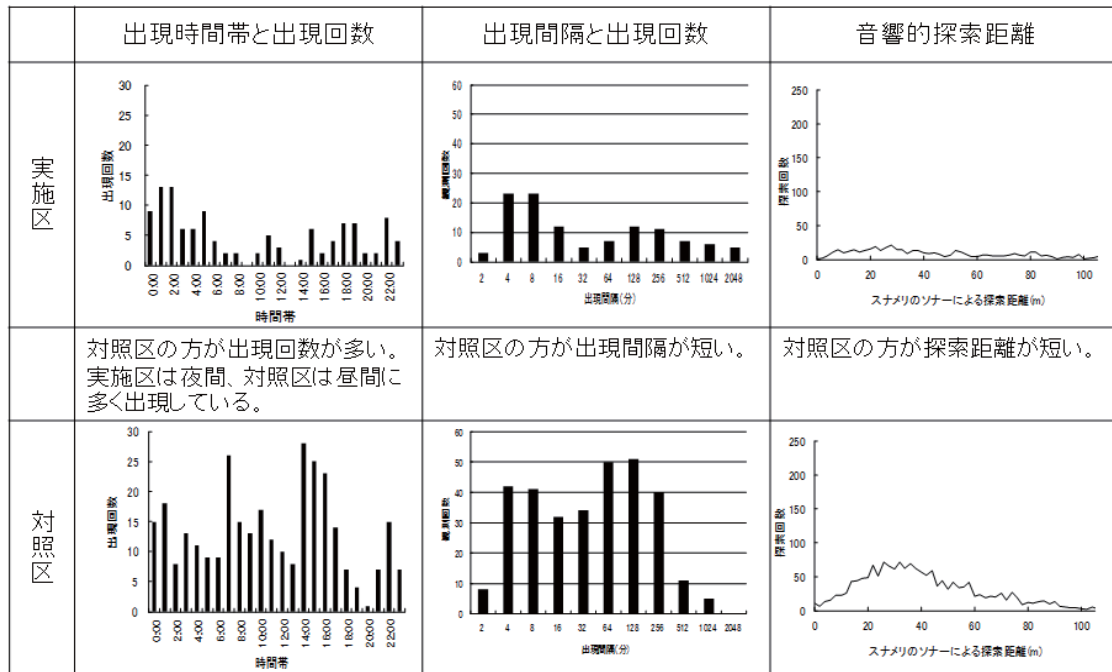


図4.2.1-2 海棲哺乳類（スナメリ）の工事中における鳴音調査結果

また、事前調査と同様の手法により、供用時（平成25年8月～）の海棲哺乳類（スナメリ）の出現状況調査を実施した結果（表4.2.1-6、図4.2.1-3）、夏季（平成25年8月）までは対照区に比べて調査区の鳴音数は大幅に少なかったが、秋季（平成26年11月）以降は対照区と調査区は同レベル或いは調査区におけるスナメリの出現数が多く確認されている。

表4.2.1-6 海棲哺乳類（スナメリ）の供用時における鳴音調査結果

調査季別	平成25年夏季	平成25年秋季	平成25年冬季		平成26年春季
			海底上6m設置	海底上1m設置	
調査区					
調査開始	8月19日 12:15	11月23日 13:50	1月24日 14:12		5月29日 10:15
調査終了	9月19日 11:10	12月25日 11:20	2月25日 10:10		6月30日 15:35
観測開始	8月19日 13:00	11月23日 13:50	1月24日 15:00	1月24日 15:00	5月29日 10:15
観測終了	8月30日 01:29	12月25日 11:20	2月21日 01:31	2月21日 17:51	6月29日 08:22
総観測時間	252時間	765時間	659時間	675時間	742時間
出現回数	3回	45回	309回	350回	190回
対照区					
調査開始	8月19日 12:00	11月23日 13:40	1月24日 14:35		5月29日 10:25
調査終了	9月19日 11:25	12月25日 11:35	2月25日 10:30		6月30日 15:53
観測開始	8月19日 13:00	11月23日 13:40	1月24日 15:00		欠測
観測終了	9月19日 11:25	12月21日 02:40	2月20日 22:04		
総観測時間	742時間	661時間	655時間		
出現回数	264回	43回	14回		

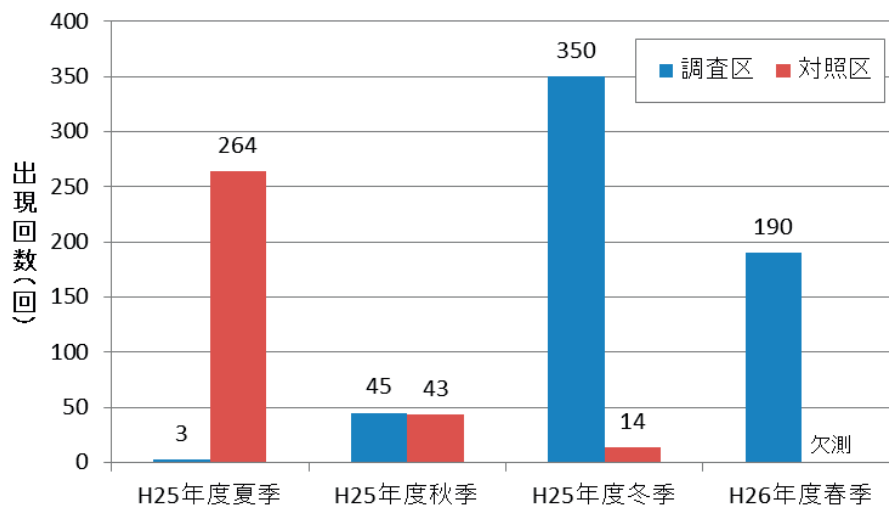


図4.2.1-3 海棲哺乳類（スナメリ）の供用時鳴音調査結果（調査区と対照区の比較）

⑥ 鳥類 (工事中・供用時)

事前調査と同様の手法により、船舶トランセクト調査・定点調査・渡り鳥調査を実施している。

供用時の船舶トランセクト調査 (H25年8月・11月、26年1月・5月) 結果 (表4.2.1-7) を見ると、H25年11月が最も多く、次いでH26年1月・5月・H25年8月の順序となっている。当該海区では、ウミウ・ウミネコ等が多く、時期によってはオオミズナギドリが多く出現している。

表4.2.1-7 供用時における船舶トランセクト調査結果

	種名	高度S	高度L	高度M	高度H	合計
平成25年8月	オオミズナギドリ		4			4
	ウミウ	4				4
	アオサギ		3			3
	アカエリヒレアシシギ	13	5			18
	ウミネコ	12	58	10		80
	ミサゴ		1	1		2
	トビ		1	1	2	4
	ツバメ		4			4
	キセキレイ	1	3			4
	合計	30	79	12	2	123
平成25年11月	コガモ		2			2
	ウミアイサ		5			5
	カモ科の一種		7			7
	カンムリカイツブリ		5			5
	オオミズナギドリ	15	255			270
	ミズナギドリ科		2			2
	カツオドリ		1			1
	ヒメウ	1	3			4
	ウミウ	37	47	7		91
	ウミネコ	75	179	21		275
	セグロカモメ	3	1	1		5
	ミサゴ		5	2		7
	トビ		1	5	3	9
	ノスリ			1		1
	ハシブトガラス		1			1
	ヒタキ科の一種		1			1
	スズメ目の一種		1			1
合計	131	516	37	3	687	
平成26年1月	ホオジロガモ	3				3
	ウミアイサ		1			1
	アビ科の一種		3			3
	ヒメウ	38	125			163
	ウミウ	40	82			122
	ウミネコ	2	45	2		49
	セグロカモメ	1	12	1		14
	オオセグロカモメ	14	35	5		54
	カモメ科の一種		3	1		4
	ミサゴ		1	7		8
	トビ		1	3	1	5
	合計	98	308	19	1	426
平成26年5月	オオミズナギドリ		74	4		78
	ウミウ		1			1
	アオサギ		2			2
	ダイサギ		5			5
	ウミネコ	1	7	3		11
	コアジサシ		5			5
	カンムリウミスズメ	4				4
	ミサゴ		2	2		4
	トビ		2	10		12
	スズメ目の一種		1			1
	合計	5	99	19	0	123

供用時における定点調査（平成25年7月・8月・10月・平成26年1月）結果（表4.2.1-8）を見ると、平成25年7月・8月はチドリ目ウミネコやタカ目ミサゴやミズナギドリ類が多く、平成25年10月ではチドリ目（ウミネコ）、カモ目、カツオドリ目、タカ目が多く、平成26年1月ではチドリ目（ウミネコ）カモ目、カツオドリ目が多く出現している。

表4.2.1-8 供用時における定点調査結果

位置	目名	平成25年7月期					平成25年8月期				
		高度S	高度L	高度M	高度H	合計	高度S	高度L	高度M	高度H	合計
海域	ミズナギドリ目		24			24		2			2
	ペリカン目	5				5	6	9			15
	チドリ目	40	93			133	212	143	5		360
	タカ目		12	3		15	6	10	9	1	26
	スズメ目	1	5			6	2	20			22
	合計	46	134	3	0	183	226	184	14	1	425
陸域	キジ目					0	1				1
	カモ目		2			2		7			7
	カイツブリ目					0	1				1
	ハト目		13	1		14	3	48	2		53
	ペリカン目	2	18			20	15	25	11		51
	ツル目		1			1					0
	チドリ目		249			249	45	112	4		161
	タカ目		36	3		39	2	38	21	4	65
	キツツキ目					0	1				1
	ハヤブサ目					0		1			1
	スズメ目		236	7		243	39	234	8	3	284
	合計	2	555	11	0	568	107	465	46	7	625

位置	目名	平成25年10月期					平成26年1月期				
		高度S	高度L	高度M	高度H	合計	高度S	高度L	高度M	高度H	合計
海域	カモ目		49	17		66	3				3
	ミズナギドリ目		1			1					
	カツオドリ目		55	11	3	69	13	174			187
	ペリカン目	4				4					
	チドリ目	1	98	2		101		151	2		153
	タカ目	2	6	15	4	27		7	4		11
	ハヤブサ目		1		1	2					
	スズメ目	29	4	1	11	45		10			10
	合計	36	214	46	19	315	16	342	6	0	364
陸域	カモ目	29	7			36	74	22			96
	カイツブリ目						2				2
	ハト目		53	19		72	46	33	40		119
	カツオドリ目	2	4			6	18	10	1		29
	ペリカン目	7	12	1		20	7	2			9
	チドリ目	16	73	7		96	40	102	16		158
	タカ目	4	20	26	4	54	4	13	13	2	32
	ハヤブサ目		1			1		1	1		2
	スズメ目	46	207	80	30	363	133	171	36		340
合計	104	377	133	34	648	324	354	107	2	787	

供用時における渡り鳥調査（平成25年9月-10月・26年4月）結果（表4.2.1-9）を見ると、平成25年9月-10月期の猛禽類は2目3科9種、猛禽類以外は7目15科26種確認され、猛禽類はハチクマが特に多く、猛禽類以外はヒヨドリが特に多かった。平成26年4月期の猛禽類は2目3科7種、猛禽類以外は5目13科17種確認され、猛禽類はハイタカ・ノスリ等、猛禽類以外はヒヨドリ、ツバメ科、ヒタキ科が多かった。

表4.2.1-9 供用時における渡り鳥調査結果

調査日 (平成25年)	観測塔設置 地点周辺			比較対象地点														
	St.01			St.09			St.10			St.11								
	ミサゴ	ハチクマ	ハヤブサ	ミサゴ	ハチクマ	オオタカ	チゴハヤブサ	ミサゴ	ハチクマ	ハイタカ	チゴハヤブサ	ハヤブサ	ハチクマ	ツミ	オオタカ	ノスリ	サシバ	ノスリ
9月24日	3	108		2	122			1	25	1			99	1	1	1		
9月25日	4			1									70			2		
9月26日	2		1		4	1						2	2					
9月27日	7	7			24						1		16				2	2
合計	16	115	1	3	150	1	0	1	25	1	1	2	187	1	1	3	2	2

調査日 (平成25年)	観測塔設置地点周辺					比較対象地点													
	St.1					St.9			St.10			St.12							
	カモ科	ウ科	チドリ科	シギ科	ヒバリ科	ツバメ科	セキレイ科	ヒヨドリ科	ヒタキ科	セキレイ科	アトリ科	カモ科	シギ科	ヒヨドリ科	ヒタキ科	アトリ科	ツバメ科	ヒヨドリ科	ムクドリ科
10月7日	5				4			3	5			3	4			3	3,900		
10月8日	11		17					6								8			
10月9日	1	1	1	3								2		1	17	5	12,150	5	
10月10日	4		2	3	1	1	20			25	11	7	157	3			39,000		
合計	21	1	20	6	1	4	1	20	9	5	25	11	12	161	4	17	16	55,050	5

調査日 (平成26年)	実証機設置地点周辺					比較対照地点														
	St.1'					St.9			St.10			St.11								
	チュウヒ	ハイタカ	オオタカ	サシバ	ノスリ	チュウヒ	ハイタカ	オオタカ	サシバ	ノスリ	チュウヒ	ハイタカ	オオタカ	サシバ	ノスリ	チュウヒ	ハイタカ	オオタカ	サシバ	ノスリ
4月10日	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4月11日	0	5	0	3	0	2	3	0	0	4	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0
4月12日	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0
4月13日	0	35	1	6	2	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	42	1	9	2	3	9	0	0	4	1	11	0	0	2	0	0	0	0	0

調査日 (平成26年)	実証機設置地点周辺					比較対照地点														
	St.1'					St.9			St.10			St.11								
	アビ科	シギ科	カモメ科	ツバメ科	セキレイ科	サンショウウクイ科	ヒヨドリ科	レンジャク科	ヒタキ科	アビ科	サギ科	チドリ科	シギ科	カモメ科	ツバメ科	ヒヨドリ科	ヒタキ科	アトリ科	アマツバメ科	アトリ科
4月10日	10						51			26			1			200				15
4月11日	47			96					42					2	8		1			
4月12日	17			63	3	1		100	100	39	6	2			5		1	26	1	
4月13日		1	1	7		1	500	30	50	31		13								
合計	74	1	1	166	3	2	551	130	150	138	6	15	1	2	13	200	2	26	1	15

実証機設置海域の北側に位置する白島におけるオオミズナギドリの繁殖時期を対象にして、工事中（平成24年6月～11月）の本種への影響確認のためにレーダー調査を実施した。工事期間中の白島における飛来方向は北西方向に集中しており、工事が行われている南側海域は利用されていなかった。早朝に白島を離島し、日没以降に帰島していた。また、供用時においても同様にレーダー調査を実施し、白島の北西～西北西方向に行き来していることが確認されている。

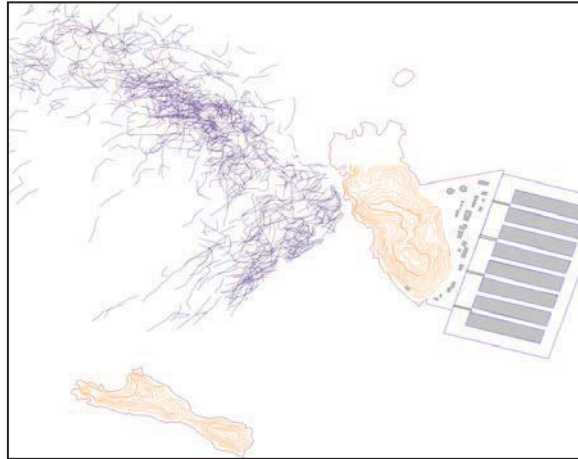


図4.2.1-4(1) 工事中期間の本種の白島帰島時（2012年7月30日夕方）の飛翔状況（青線）

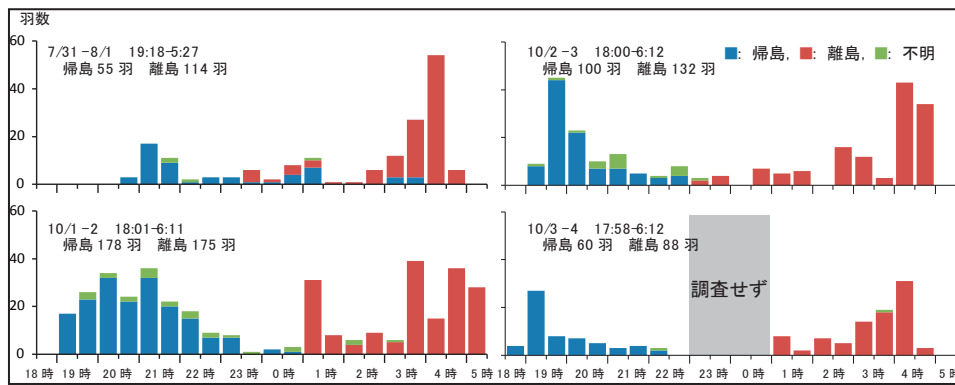


図4.2.1-4(2) 工事中期間の本種の白島離島・帰島の時間帯

当該実証施設への鳥類衝突監視するため、平成26年4月21日から鳥類衝突監視システム（TADS）によりモニタリングを実施した結果、7月31日まで撮影範囲内への飛翔鳥類は確認されていない。ただし、H26年11月10日、ミサゴが当該洋上風車に衝突したことが衝突感知システムにて確認され、落下した個体を回収・解剖（衝突時の椎骨骨折が原因）されている。

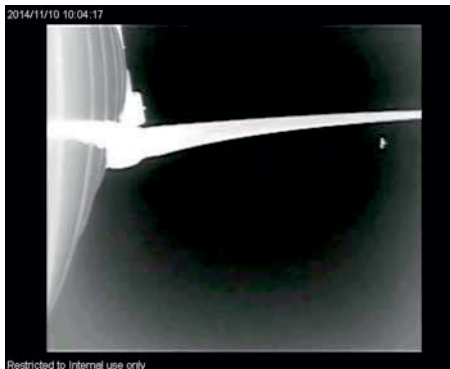


図4.2.1-5 衝突感知システムで捉えたミサゴと回収個体

⑦ 魚介類 (供用時)

事前調査と同様の手法により、供用時の魚介類を調査した結果 (表4.2.1-10、図4.2.1-6)、調査時期によって出現種数、個体数、湿重量が若干の変化がみられるが、事業実施区域と対照区の2地点とも同様の変化を示しているとされている。

表4.2.1-10(1) 供用時の魚介類調査結果

平成25年8月

項目	調査地点		事業実施区域		対照区	
	魚類	その他	魚類	その他	魚類	その他
出現種数 (種)	魚類		23	(62.2)	16	(50.0)
	その他		14	(37.8)	16	(50.0)
	合計		37		32	
個体数 (個体/10,000m ³)	魚類		1,202	(87.6)	1,882	(90.6)
	その他		170	(12.4)	195	(9.4)
	合計		1,372		2,077	
湿重量 (g/10,000m ³)	魚類		31,608	(86.4)	44,399	(83.5)
	その他		4,967	(13.6)	8,769	(16.5)
	合計		36,575		53,168	
主な出現種 個体数組成比率 (%)	魚類		マダイ (41.7)	カワハギ (32.9)	カワハギ (51.3)	マダイ (30.7)
	その他		イトマキヒトデ (5.1)	イトマキヒトデ (5.1)	マダイ (30.7)	ヤリヌメリ (2.9)
主な出現種 湿重量組成比率 (%)	魚類		マダイ (40.2)	カワハギ (30.6)	カワハギ (40.4)	マダイ (30.7)
	その他		イトマキヒトデ (8.7)	イトマキヒトデ (8.7)	イトマキヒトデ (4.8)	イトマキヒトデ (4.8)

平成25年11月

項目	調査地点		事業実施区域		対照区	
	魚類	その他	魚類	その他	魚類	その他
出現種数 (種)	魚類		18	(52.9)	16	(55.2)
	その他		16	(47.1)	13	(44.8)
	合計		34	(100.0)	29	(100.0)
個体数 (個体/10,000m ³)	魚類		395	(79.3)	186	(55.0)
	その他		103	(20.7)	152	(45.0)
	合計		498	(100.0)	338	(100.0)
湿重量 (g/10,000m ³)	魚類		12,610	(77.2)	9,348	(63.2)
	その他		3,718	(22.8)	5,437	(36.8)
	合計		16,328	(100.0)	14,785	(100.0)
主な出現種 「個体数組成比率 (%)」	魚類		マダイ (28.7)	ヒメジ (6.8)	チカメダルマガレイ (10.4)	マダイ (9.8)
	その他		コモンフグ (6.4)	コモンフグ (6.4)	イトマキヒトデ (15.4)	イトマキヒトデ (15.4)
主な出現種 「湿重量組成比率 (%)」	魚類		マダイ (24.3)	コモンフグ (11.2)	マゴチ (18.4)	ショウサイフグ (15.6)
	その他		シカクナマコ科の- (13.3)	シカクナマコ科の- (13.3)	ヤツデスナヒトデ (14.7)	ヤツデスナヒトデ (14.7)

1) 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は種組成比率 (%) を示

平成26年2月

項目	調査地点		事業実施区域		対照区	
	魚類	その他	魚類	その他	魚類	その他
出現種数 (種)	魚類		10	(66.7)	11	(64.7)
	その他		5	(33.3)	6	(35.3)
	合計		15	(100.0)	17	(100.0)
個体数 (個体/10,000m ³)	魚類		102	(87.2)	110	(64.0)
	その他		15	(12.8)	62	(36.0)
	合計		117	(100.0)	172	(100.0)
湿重量 (g/10,000m ³)	魚類		2,385	(48.9)	2,593	(45.4)
	その他		2,492	(51.1)	3,123	(54.6)
	合計		4,877	(100.0)	5,716	(100.0)
主な出現種 「個体数組成比率 (%)」	魚類		コモンフグ (31.6)	マダイ (27.4)	コモンフグ (23.8)	マダイ (12.2)
	その他		マアジ (5.1)	マアジ (5.1)	ヒトデ類 (12.2)	モギエビ (16.9)
主な出現種 「湿重量組成比率 (%)」	魚類		ヒガンフグ (17.2)	ヒガンフグ (32.6)	コモンフグ (30.1)	シロギス (5.0)
	その他		ナマコ類 (14.8)	ナマコ類 (14.8)	ヒトデ類 (50.4)	ヤツデスナヒトデ (50.4)

1) 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は種組成比率 (%) を示

表4.2.1-10(2) 供用時の魚介類調査結果

平成26年6月

項目	調査地点	事業実施区域		対照区	
		魚類	その他	魚類	その他
出現種数 (種)	魚類	14	(73.7)	13	(68.4)
	その他	5	(26.3)	6	(31.6)
	合計	19	(100.0)	19	(100.0)
個体数 (個体/10,000m ³)	魚類	220	(90.2)	301	(91.8)
	その他	24	(9.8)	27	(8.2)
	合計	244	(100.0)	328	(100.0)
湿重量 (g/10,000m ³)	魚類	8,530	(97.2)	8,328	(90.2)
	その他	242	(2.8)	905	(9.8)
	合計	8,772	(100.0)	9,233	(100.0)
主な出現種 「個体数組成比率(%)」		【魚類】 マダイ (32.8) カウワリ (15.6) ショウサイフグ (7.4)	【魚類】 マダイ (46.0) ホウボウ (8.2) ヤリスメリ (8.2)		
主な出現種 「湿重量組成比率(%)」		【魚類】 マダイ (37.6) ショウサイフグ (24.6) カワハギ (7.5)	【魚類】 マダイ (46.2) ショウサイフグ (15.1) 【その他:ヒトデ類】 ヤツデスナヒトデ (6.6)		

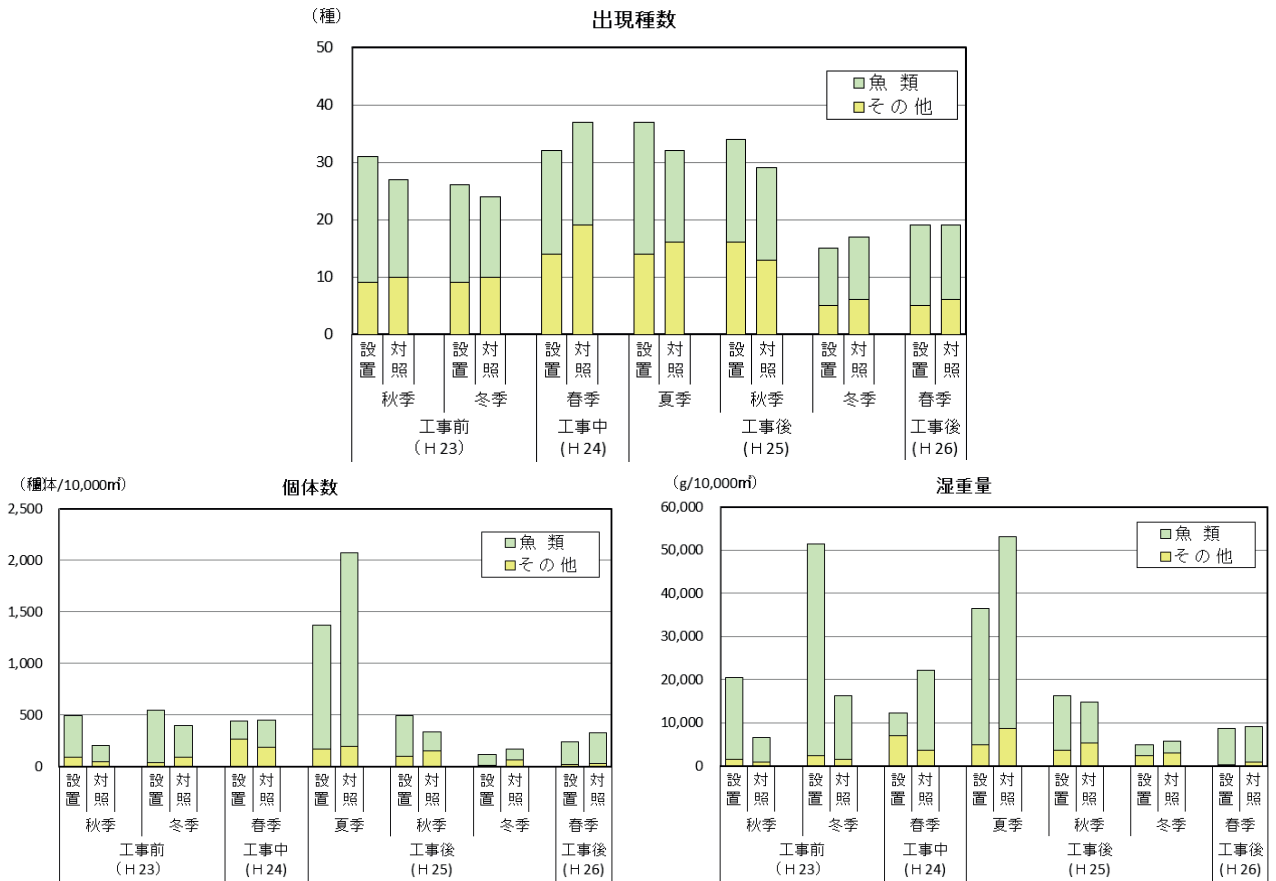


図4.2.1-6 魚類の供用時調査結果 (調査区と対照区の比較)

⑧ 海草・藻類 (供用時)

事前調査と同様の手法により、事業実施区域における供用時の海草・藻類を調査した結果 (表 4.2.2-11、図4.2.1-7)、事前調査と供用時では明確な違いが見られなかったとしている。

表4.2.1-11 供用時の海草・藻類の調査結果

No.	綱名	目名	和名	工事前 (H23)	工事後 (H25)	
1	緑藻綱	ミル目	ハイミル	○		
2	褐藻綱	アミジグサ目	ヤハズグサ		○	
3			アミジグサ		○	
4			アミジグサ属の一種	○	○	
5			コモングサ	○		
6			シマオオギ	○		
7			カヤモノリ目	フクロノリ	○	
8			コンブ目	ツルアラメ	○	○
9	紅藻綱	サンゴモ目	サンゴモ科(無節サンゴモ類)の一種	○	○	
10		テングサ目	マクサ	○		
11		スギノリ目	ムカデノリ		○	
12			サクラノリ	○		
13			マルバフダラク		○	
14			ムカデノリ属の一種		○	
15			エツキイワノカワ	○		
16			イワノカワ科の一種	○		
17			ユカリ	○	○	
18		オゴノリ目	カバノリ		○	
19		マサゴシバリ目	フシツナギ		○	
20			タオヤギソウ		○	
21			マサゴシバリ		○	
22	イギス目	ナガウブゲグサ		○		
23		イソハギ		○		
24		ヤレウスバノリ		○		
25		ダジア科の一種	○			
26		ヤレウスバノリ	○			
27		スジウスバノリ	○			
28		イトグサ属の一種	○	○		
29		コザネモ	○	○		
30	目不明	紅藻綱の一種		○		
	3綱	11目	30種	17	19	

注1：綱掛は大型海藻を示す。

注2：配列は基本的には「日本産海藻目録(2010年改訂版)」に準拠した。

注3：○は4方向のいずれかに出現した種を示す。

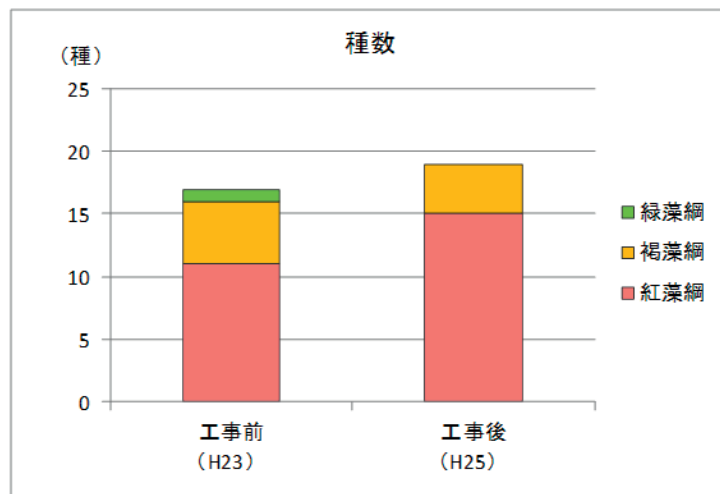


図4.2.1-7 供用時の海草・藻類の調査結果

⑨ 景観（供用時）

事前調査と同様の手法により、主要眺望地点である「高塔山公園（展望台）」、「脇田海釣り
栈橋」および「響灘北緑地(展望広場)」において供用時の景観写真撮影を実施した(図4.2.1-8)。



高塔山公園（展望台）



脇田海釣り栈橋

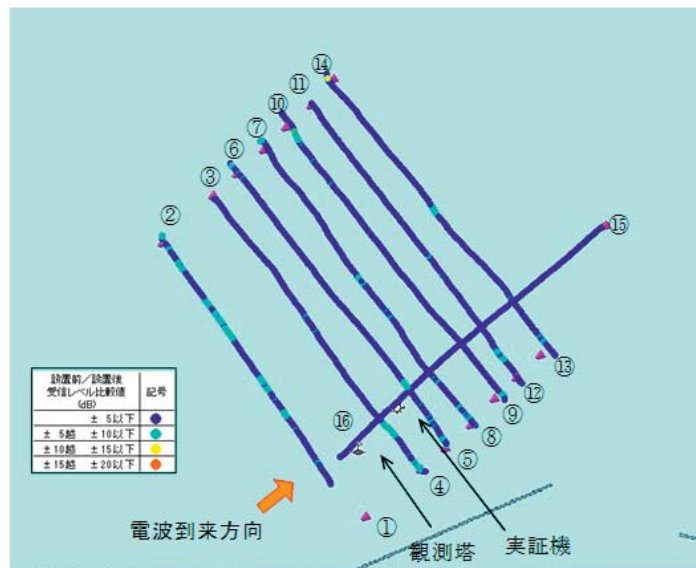
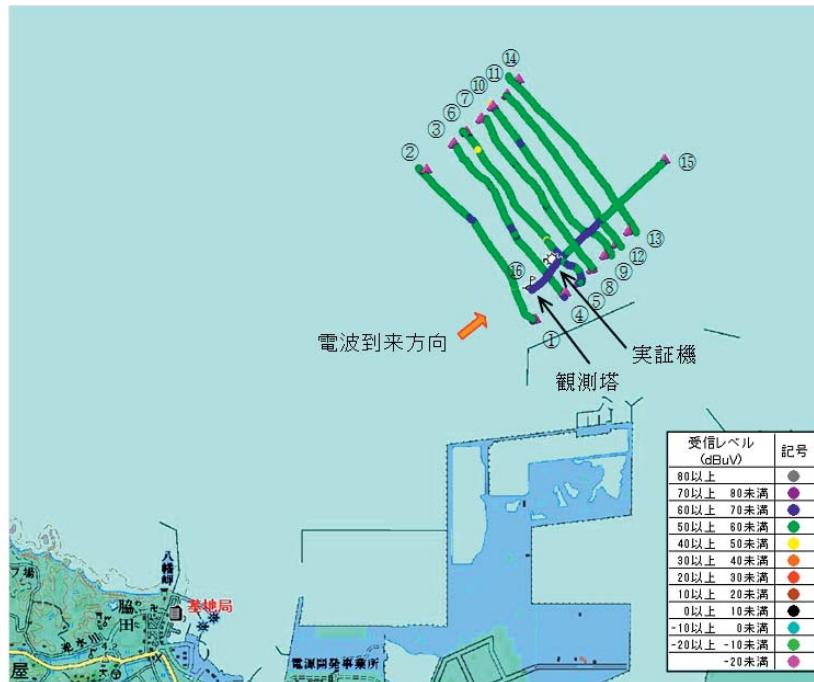


響灘北緑地(展望広場)

図4.2.1-8 主要眺望点から見た供用時の景観（平成26年5月）

⑩ 電波障害 (供用時)

事前調査と同様の手法により、供用時の漁業無線の受信状況調査を実施した結果(図4.2.1-9)、事前調査と供用時ではほぼ同じレベルであったとしている。



設置前後の受信レベルの比較分布図

図4.2.1-9 供用時の漁業無線受信状況調査結果 (平成25年10月)

⑪ 潮間帯生物・魚礁効果 (供用時)

実証機脚部及びその周辺を対象 (図4.2.1-10) に、供用時における付着生物状況 (30cm×30cm 方形枠) 及び魚等遊泳動物の出現状況調査 (平成25年8月19日 (夏季)、平成25年11月23日 (秋季)、平成26年 2月25日 (冬季)) を実施している。表4.2.1-12に蛸集魚類・付着動植物調査結果を示した。

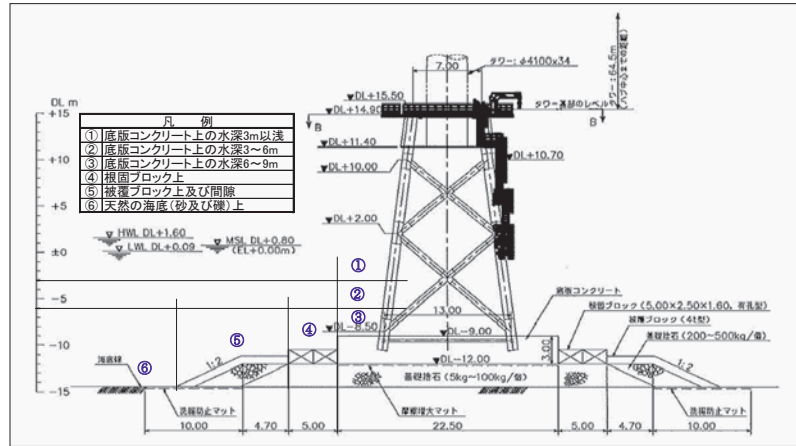


図4.2.1-10 実証機脚部及びその周辺の調査測点

表4.2.1-12 潮間帯生物調査結果

項目		調査時期							
		平成25年8月19日 (夏季)		平成25年11月23日 (秋季)		平成26年2月25日 (冬季)			
潮間帯生物 (動物)	出現種数 (種)	上層	1		3		3		
		中層	2		2		4		
		下層	4		5		3		
		全体	5		8		8		
	主な出現種 「被度 (%)」	上層	イワフジツボ	(10)	フジツボ目的一种	(20)	クロフジツボ	(25)	イワフジツボ
中層	アカフジツボ	(10)	アカフジツボ	(15)	アカフジツボ	(15)	サンカクフジツボ	(10)	
下層	アカフジツ	(20)	サンカクフジツボ アカフジツボ	(60) (30)	サンカクフジツボ アカフジツボ	(60) (30)	アカフジツボ	(30)	
潮間帯生物 (植物)	出現種数 (種)	上層	1		1		2		
		中層	3		3		4		
		下層	3		3		11		
		全体	5		4		14		
	主な出現種 「被度 (%)」	上層	アオサ属の数種	(+)	アオサ属の数種	(35)	アオサ属の数種	(5)	
			珪藻網の一種	(80)	珪藻網の一種	(40)	アオサ属の数種	(30)	
中層		アオサ属の数種	(5)	紅藻網の一種(糸状)	(40)	ハバノリ	(30)		
下層	珪藻網の一種	(50)	珪藻網の一種	(10)					
	ミル	(5)	紅藻網の一種(糸状)	(10)	紅藻網の一種(糸状)	(10)			
魚類等遊泳 動物	出現種数 (種)	42		32		8			
	個体数 (個体)	5,580		43,603		31			
	主な出現種 「個体数組織比率 (%)」	【魚類】 マアジ (35.8) イサキ (25.1) アミメハギ (8.5) マダイ (7.5)	【魚類】 マアジ (98.6)	【魚類】 マアジ (98.6)	【魚類】 コモンフグ (61.3) ヒガンフグ (16.1) マアジ (6.5)				

(2) 予測・評価の検証

北九州市沖サイトにおいて環境影響の調査・予測・評価を行い、さらに事後調査（モニタリング）を実施している主要な参考項目を対象に、予測・評価結果とモニタリング結果を比較し、それら妥当性の検証を試みた。なお、本検証は、現時点のモニタリングデータに基づくものであるため、項目によっては今後の供用時調査結果によって見直すことが考えられる。

① 水質（水の濁り：SS）

北九州市沖サイトでは、工事による水の濁り（SS）への影響予測・評価及び事後調査が実施されていることから、予測・評価結果の検証を試みた。

(ア) 事前調査結果

表4.2.2-1のとおり、事業実施区域の表層（海面下1m以浅）・中層（海面下5m程度）・下層（海面直上1m程度）で採水・分析した結果、SSは工事前で1mg/L未満～1mg/Lの範囲であった。

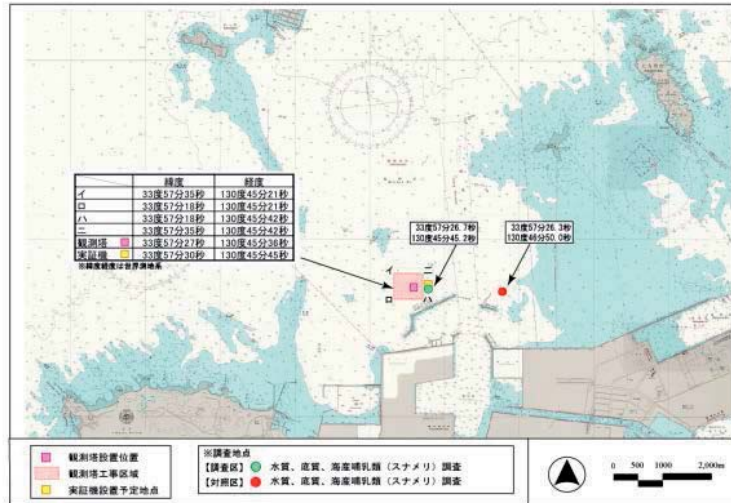


図4.2.2-1 事業実施区と対照区の水質測定地点

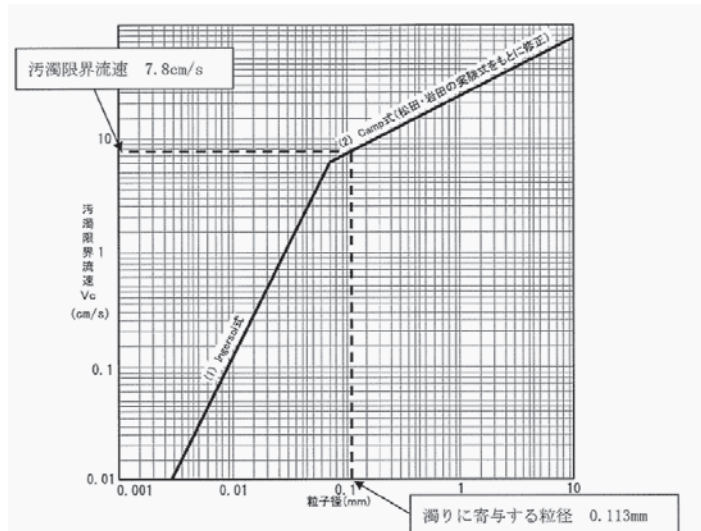
表4.2.2-1 事業実施区と対照区の水質測定結果

調査項目	試料名	事業実施区域									対照区域						基準値 (環境基準)					
		秋季			冬季			秋季			冬季											
		干潮時			満潮時			干潮時			満潮時			干潮時								
		表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層						
現地項目等	水深 (m)	13.8			14.9			13.6			12.0			12.8			11.6			-		
	透明度 (m)	8.2			11.0			11.0			7.3			9.0			9.5			-		
	水温 (°C)	20.7	20.7	20.6	11.7	11.7	11.5	11.4	11.4	11.4	20.5	20.5	20.5	11.6	11.7	11.7	11.5	11.5	11.6	-		
	塩分 (-)	33.44	33.44	33.43	34.30	34.29	34.30	34.24	34.23	34.23	33.22	33.23	33.30	34.22	34.21	34.41	34.26	34.27	34.28	-		
生活環境項目	水素イオン濃度 [25°C]	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.8~8.3		
	溶存酸素量 (mg/L)	7.3	7.3	7.3	8.9	9.0	9.0	9.1	8.9	9.1	7.3	7.4	7.3	8.9	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	7.5以上	
	化学的酸素要求量 (mg/L)	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.0	1.1	1.4	1.4	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	2以下	
	浮遊物質 (mg/L)	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
	大腸菌群数 (MPN/100mL)	2.0 x 10 ⁰	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	1,000以下
	ノルマルヘキサン抽出物質 (mg/L)	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	-	-	検出されないこと
	全窒素 (mg/L)	0.15	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.16	0.16	0.17	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.3以下
	全リン (mg/L)	0.020	0.018	0.019	0.012	0.012	0.013	0.014	0.013	0.013	0.020	0.020	0.021	0.012	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.003以下
全亜鉛 (mg/L)	0.002	-	-	0.001未満	-	-	0.001未満	-	-	0.002	-	-	0.001未満	-	-	0.001未満	-	-	-	-	0.02以下	

注1: pH、DO、COD、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物質は響灘のA類型に指定されている。
 注2: ノルマルヘキサン抽出物質の基準値の「検出されないこと」とは、定量下限値未満(0.5mg/L未満)を示す。
 注3: 全窒素、全リンは響灘及び周防灘(木)のII類型に指定されている。
 注4: 調査海域において全亜鉛の類型は指定されていないため、参考として生物Aの基準値を記載した。

(イ) 予測・評価結果

予測・評価では、捨石投入工事時の巻き上がりによるSSを予測・評価している。粒子径と汚濁限界流速の関係式(図4.2.2-2)を基に、当事業海域の海底付近の流速(1.2~7.8cm/s)から、汚濁限界流速7.8 cm/sの時の濁りに寄与する土粒子径(0.113mm)を求め、当事業海域の底質粒度組成と比較した結果、濁りに寄与する土粒子割合は3%程度であり、濁り(SS)が発生する可能性は低いことが予測され、工事中に発生するSSが周辺に及ぼす影響は小さいと評価している。



出典：港湾工事における濁り影響予測の手引き(国土交通省港湾局、平成16年4月)

図4.2.2-2 粒子径と汚濁限界流速の関係

(ウ) 事後調査結果

事前調査同様に工事中のSSを測定した結果(表4.2.2-2)、工事直前と同等の1mg/L未満~1mg/Lの範囲であり、予測・評価とおりSSの影響は小さかったことが確認されている。

表4.2.2-2 事業実施区と対照区の水質測定結果

調査日：平成24年9月4日

調査項目	試料名	調査区						対照区						基準値 (環境基準)
		工事前			工事中			工事前			工事中			
		表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	中層	底層	
現地項目等	水深 (m)	14.5			14.5			12.5			12.5			-
	透明度 (m)	6.1			6.9			5.9			4.3			-
	水温 (°C)	27.3	27.2	26.9	27.7	27.6	27.1	27.2	27.1	26.9	27.7	27.6	27.1	-
	塩分 (-)	32.49	32.62	32.74	32.38	32.49	32.70	32.54	32.58	32.64	32.27	32.57	32.67	-
生活環境項目	水素イオン濃度 [25°C]	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.8~8.3
	溶存酸素量 (mg/L)	6.4	6.6	6.1	7.1	7.0	6.2	6.8	6.8	6.2	7.2	7.1	6.4	7.5以上
	化学的酸素要求量 (mg/L)	1.7	1.7	1.4	1.8	1.9	1.3	1.5	1.8	1.6	1.7	1.5	1.4	2以下
	浮遊物質 (mg/L)	1未満	1	1	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	2	1	1	1	-
	大腸菌群数 (MPN/100mL)	2.3 × 10 ¹	-	-	2.3 × 10 ¹	-	-	2.3 × 10 ¹	-	-	2.3 × 10 ¹	-	-	1,000以下
	ノルマルヘキサン抽出物質 (mg/L)	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	0.5未満	-	-	検出されないこと。
	全窒素 (mg/L)	0.13	0.14	0.13	0.16	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.14	0.3以下
	全リン (mg/L)	0.020	0.022	0.020	0.022	0.022	0.020	0.020	0.023	0.021	0.024	0.020	0.021	0.003以下
全亜鉛 (mg/L)	0.009	-	-	0.004	-	-	0.005	-	-	0.002	-	-	0.02以下	

注1：pH、DO、COD、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物質は響灘のA類型に指定されている。

注2：ノルマルヘキサン抽出物質の基準値の「検出されないこと。」とは、定量下限値未満(0.5mg/L未満)を示す。

注3：全窒素、全リンは響灘及び周防灘(木)のII類型に指定されている。

注4：調査海域において全亜鉛の類型は指定されていないため、参考として生物Aの基準値を記載した。

工事前採取 9:00~9:30

工事開始 10:30

工事中採取 13:50~14:30

(エ) 検証

当該予測・評価では、事前調査（H23年11月、H24年2月）のデータを基に、粒子径と汚濁限界流速の関係式からSSの予測を行い、工事中に発生するSSが周辺に及ぼす影響は小さいと定性的に評価されている。実際の工事はH24年9月に実施しており、予測・評価の時期（11月、2月）と事後調査の時期（9月）が異なっているため、適正な比較・検証ができないが、工事直前（9月）のSSと事前調査時（11月、2月）のSSを比較するとほぼ同レベルであり、投石投入工事中のSSもそれらとほぼ同様であることから勘案すると、本予測・評価結果は概ね妥当と考えられた。なお、SSの予測手法については、港湾工事における濁り影響予測の手引き（国土交通省港湾局、平成16年）等において定性的な手法以外に拡散モデル等による水質シミュレーションによる定量的な手法が提示されているため、そのような手法の適用も望ましいと考えられる。

表4.2.2-3 水質（水の濁り）への影響予測・評価の検証（概要）

項目	時期	対象海区	水の濁り(SS)の調査・予測・評価結果
事前調査	H23年11月・H24年2月	事業実施区域	表層：1mg/L未満、中層：1mg/L未満、底層：1mg/L未満
		対照区域	表層：1mg/L未満、中層：1mg/L未満、底層：1mg/L未満
	H24年9月（工事直前）	事業実施区域	表層：1mg/L未満、中層：1mg/L、底層：1mg/L
		対照区域	表層：1mg/L未満、中層：1mg/L未満、底層：2mg/L
予測・評価	捨石投入工事中の最盛期	事業実施区域	◆捨石による濁り：捨石そのものは濁りの発生源にはならないため、影響は小さい(定性的予測)。 ◆捨石投入による巻き上がりによる濁り：粒子径と汚濁限界流速の関係式を基にした結果、濁り(SS)が発生する可能性は低いと予測された(定性的予測)。
事後調査	捨石投入工事中（H24年9月）	事業実施区域	表層：1mg/L未満、中層：1mg/L未満、底層：1mg/L未満
		対照区域	表層：1mg/L、中層：1mg/L、底層：1mg/L
検証	◎実際の工事はH24年9月に実施しており、予測・評価の時期（11月、2月）と事後調査の時期（9月）が異なっているため、適正な比較・検証はできない。 ◎ただし、工事直前（9月）のSSと事前調査時（11月、2月）のSSを比較するとほぼ同レベルであり、投石投入工事中のSSもそれらとほぼ同様であることから勘案すると、本予測・評価結果は概ね妥当と考えられた。		
留意点	◎事前調査は予測評価結果の事後検証を想定して、工事実施時期を勘案して実施することが望ましい。 ◎本定性的手法は濁りの発生要因となる底質粒径と汚濁限界流速の関係式に基づいており、海域の底質・流速等限られた条件から概略の予測に適するが、濁りの予測は定量的手法が望ましい。		

② 底生生物 (ヒガシナメクジウオ)

北九州市沖サイトでは、工事（水の濁り）及び供用時（場の改変）による底生生物への影響の予測・評価及び事後調査が実施されていることから、予測・評価結果の検証を試みた。なお、当該サイトでは底生生物の重要種としてヒガシナメクジウオを対象に予測・評価されている。

ナメクジウオは、脊索動物門に属し、日本沿岸ではヒガシナメクジウオ等3種の生息が知られている。広島県や愛知県の一部生息地は国の天然記念物指定され、近年は生息確認が稀である。沿岸の潮通しの良い海底の砂地に生息し、砂利採取や埋立等の開発、あるいは水質・底質の汚濁等人為的影響を受けやすいことが指摘されている。（小林・村上, 2006）

(ア) 事前調査結果

表4.2.2-4のとおり事業実施区域においては事前調査時にヒガシナメクジウオが21尾確認され、対照区域でも同様に確認されている。

表4.2.2-4 事業実施区と対照区の底生生物調査結果

項目	季節		冬季(H24年2月6日)	
	事業実施区域	対照区域	事業実施区域	対照区域
出現種数 (種)	24	27	6	11
個体数 (個体/m ²)	416	4,037	91	814
湿重量 (g/m ²)	9.11	52.49	1.52	30.45
主な出現種 個体数	環形動物(49.7%)	棘皮動物(73.7%)	棘皮動物(30.8%)	棘皮動物(85.4%)
主な出現種 湿重量	棘皮動物(62.0%)	棘皮動物(79.8%)	原索動物(45.4%)	棘皮動物(55.4%)
ヒガシナメクジウオ	14個体/m ² 、1.24g/m ²	14個体/m ² 、0.90g/m ²	7個体/m ² 、0.69g/m ²	7個体/m ² 、1.31g/m ²

(イ) 予測・評価結果

予測・評価では、工事・改変に伴うSSによって本種の生息環境の減少・喪失が考えられるが、前項「水の濁り」の予測結果等からSSの影響がほとんど無く、工事区域が一部に限定されることから影響は小さいとされている。

(ウ) 事後調査結果

工事中のSSは、前項「水の濁り」のとおり工事前のレベルと同等であったが、工事中に底生生物調査を実施していないため、ヒガシナメクジウオが確認されていない。

風車基礎設置及び供用後（場の改変）は、平成25年11月・平成26年1月調査の対照区域においてヒガシナメクジウオが確認されているものの、事業実施区域ではまだ確認されていない。なお、平成25年8月・平成26年5月の供用時調査では事業実施区域・対照区域両方で確認されていない。

表4.2.2-5 底生生物調査結果 (供用時：平成25年11月)

平成25年11月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	5 (35.7)	97 (53.6)	0.42 (9.8)	4 (28.6)	35 (23.8)	0.41 (4.3)
軟体動物門	2 (14.3)	14 (7.7)	1.79 (41.7)	2 (14.3)	14 (9.5)	6.95 (72.6)
節足動物門	3 (21.4)	35 (19.3)	1.80 (42.0)	2 (14.3)	14 (9.5)	0.21 (2.2)
棘皮動物門	1 (7.1)	7 (3.9)	0.00 (0.0)	1 (7.1)	7 (4.8)	0.21 (2.2)
その他	3 (21.4)	28 (15.5)	0.28 (6.5)	5 (35.7)	77 (52.4)	1.79 (18.7)
合計	14 (100.0)	181 (100.0)	4.29 (100.0)	14 (100.0)	147 (100.0)	9.57 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【軟体動物門】 Lumbrinerides属の一種 (18.8)	【その他: 環形動物門】 環形動物門の数種 (19.0)		【その他: 刺胞動物門】 イソギンチャク目の一種 (14.3)		
	【環形動物門】 Scoloplos属の一種 (15.5)	【環形動物門】 Glycera属の一種 (11.6)		【環形動物門】 ミズヒキゴカイ科の一種 (9.5)		
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【節足動物門】 クルマエビ科の一種 (35.4)	【軟体動物門】 カゴメガイ (68.3)		【その他: 原索動物門】 ヒガシナメクジウオ (11.5)		
	【軟体動物門】 クダクマガイ (33.8)	【その他: 刺胞動物門】 イソギンチャク目の一種 (4.3)				
	【軟体動物門】 チゴバカガイ (7.9)					

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重力の単位は「g/m²」である。

注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

表4.2.2-6 底生生物調査結果 (供用時：平成26年1月)

平成26年1月

	実証機設置地点			対照区		
	出現種数	個体数	湿重量	出現種数	個体数	湿重量
環形動物門	4 (44.4)	145 (58.5)	0.96 (60.8)	10 (50.0)	146 (58.2)	0.56 (9.7)
軟体動物門	1 (11.1)	7 (2.8)	+ (0.0)	3 (15.0)	21 (8.4)	1.24 (21.4)
節足動物門	-	-	-	1 (5.0)	7 (2.8)	3.17 (54.7)
棘皮動物門	1 (11.1)	7 (2.8)	+ (0.0)	1 (5.0)	14 (5.6)	0.14 (2.4)
その他	3 (33.3)	89 (35.9)	0.62 (39.2)	5 (25.0)	63 (25.1)	0.69 (11.9)
合計	9 (100.0)	248 (100.0)	1.58 (100.0)	20 (100.0)	251 (100.0)	5.80 (100.0)
主な出現種 「個体数組成 比率(%)」	【環形動物門】 Lumbrinerides属の一種 (33.5)	【環形動物門】 Scoloplos属の一種 (16.3)		【環形動物門】 Nリコイソメ科の一種 (11.2)		
	【その他: 環形動物門】 環形動物門の数種 (16.5)	【その他: 環形動物門】 Scoloplosの数種 (16.5)		【その他: 扁形動物門】 ヒラムシ目の一種 (8.4)		
主な出現種 「湿重量組成 比率(%)」	【その他: 刺胞動物門】 イソギンチャク目の一種 (30.4)	【節足動物門】 モギエビ (54.7)		【軟体動物門】 ウズザクラガイ (17.8)		
	【環形動物門】 Glycera属の一種 (21.5)	【その他: 原索動物門】 ヒガシナメクジウオ (8.3)				
	【環形動物門】 Scoloplos属の一種 (21.5)					

注1: 出現種数の単位は「種」、個体数の単位は「個体/m²」、湿重力の単位は「g/m²」である。

注2: 出現種数、個体数、湿重量の括弧内の数字は組成比率(%)を示す。

なお、各門の数字は少数点2桁を四捨五入し小数点1桁で表記していることから、各門の合計が100.0%にならないことがある。

(エ) 検証

本予測・評価では、工事・改変に伴うSSによってヒガシナメクジウオの生息環境の減少・喪失が考えられるものの、「水の濁り」の予測結果等からSSの影響がほとんど無く、工事区域が一部に限定されることから影響は小さいとされている。

しかし、工事中に底生生物調査を実施していないため、本種の影響が確認されておらず、供用後は対照区域において本種が確認されているものの、事業実施区域ではまだ確認されていないため、今後、継続したモニタリング調査が必要と考えられる。

本種は希少種で、当該事業実施区・対照区の事前調査時の生息密度も1㎡あたりに7～14個体と僅少である。奈良ら(2002)によると、ヒガシナメクジウオは泥分が少ない砂礫の海底質を好んで潜没する種で、泥や細粒碎屑物等が海底表面に堆積することにより、底質内の透水性が低下して窒息死したり、潜没できずに底面上に露出することで魚類等に捕食される可能性があるとして報告されており、工事によって生じた砂や泥等が海底面に堆積したことなどによって影響を受ける可能性も考えられる。

表4.2.2-7 底生生物(ヒガシナメクジウオ)への影響予測・評価の検証(概要)

項目	時期	対象海区	底生生物(ヒガシナメクジウオ)の調査・予測・評価結果
事前調査	H23年11月・ H24年2月	事業実施区域	ヒガシナメクジウオ:21個体確認
		対照区域	ヒガシナメクジウオ:21個体確認
予測・評価	捨石投入工事中(最盛期)の濁りによる影響	事業実施区域	文献(流速と粒子径の関係式)及び当海域の粒土組成・流速等調査結果を基に定性的に検討した結果、工事による濁りの拡散はごくわずかであることから水質への影響は小さいと予測・評価された。また、濁りの拡散範囲結果等から貴重な底生生物であるナメクジウオへの影響は小さいと予測・評価された。
事後調査	工事中	事業実施区域	工事中のSSは工事前のレベルと同等であり、予測・評価は妥当であるが、工事中のヒガシナメクジウオが調査されていないため、検証不可である。
		対照区域	
	稼働中(H25年11月、26年1月、26年5月)	事業実施区域	H25年11月、26年1月に対照区においてヒガシナメクジウオを確認しているが、事業実施区では未確認。(平成25年8月・平成26年5月調査では対照区・事業実施区域いずれも確認されていない)
		対照区域	
検証	<p>◎工事・改変に伴うSSによって本種の生息環境の減少・喪失が考えられるものの、「水の濁り」の予測結果等からSSの影響がほとんど無く、工事区域が一部に限定されることから影響は小さいと予測・評価されているが、工事中の底生生物調査を実施しておらず、供用後(場の改変)は事業実施区域においてヒガシナメクジウオが確認されていないため、予測・評価の確実性が低いと考えられる。</p> <p>◎今後、事業区にて継続した供用時のモニタリング調査が必要と考えられる。</p>		
留意点	<p>◎既往知見(奈良ら,2002)によれば、本種は、泥分が少ない砂礫の海底質を好んで潜没する種で、泥や細粒碎屑物等が海底表面に堆積することにより、底質内の透水性が低下して窒息死したり、潜没できずに底面上に露出することで魚類等に捕食される可能性があるとして報告されており、工事によって生じた砂や泥等が海底面に堆積したことなどによって影響を受ける可能性も考えられる。</p> <p>◎上記既往知見等から事前にヒガシナメクジウオの生態情報等を把握し、予測・評価することが重要である。</p> <p>◎工事中への影響を検証するためにも工事中調査を実施することが望ましい。</p>		

③ 水中騒音

北九州市サイトにおいては、魚類を対象指標として工事に伴う水中騒音の予測・評価及び事後調査を実施していることから、予測・評価の検証を試みた。

(ア) 事前調査結果

事前調査の結果(表4.2.2-8)、事業実施区域における昼間・夜間の水中の暗騒音は122~129dBで、船舶航行時には123~144dBと高い傾向にあった。

表4.2.2-8 事業実施区における水中の暗騒音(事前調査)

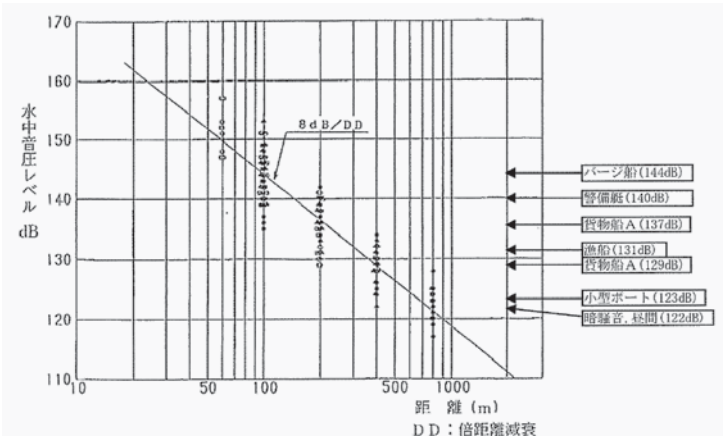
測定対象	船舶までの距離(m)	音圧レベル(dB)
小型ボート	約 100	123
貨物船A	約 500	129
貨物船B	約 500	137
漁船	約 150	131
警備艇	約 200	140
バージ船	約 500	144
暗騒音(昼間)	—	122
暗騒音(夜間)	—	129

注)値は、船舶通過時50秒間のエネルギー平均値。

(イ) 予測・評価結果

予測・評価では、捨石工事時の既往調査事例を基に水中音圧レベルの距離減衰(図4.2.2-3)を検討した結果、工事時の水中騒音が船舶航行時レベル(144dB)を上回る範囲は概ね音源から100mまでに限られると予測している。また、魚類の聴覚音圧レベル(表4.2.2-9)から、忌避行動の反応範囲(140~160dB)は音源から200m程度の範囲内であること、工事は昼間のみで一時的であること等から魚類への影響は小さいとされている。

表4.2.2-9 水中の音圧レベルと魚類の反応



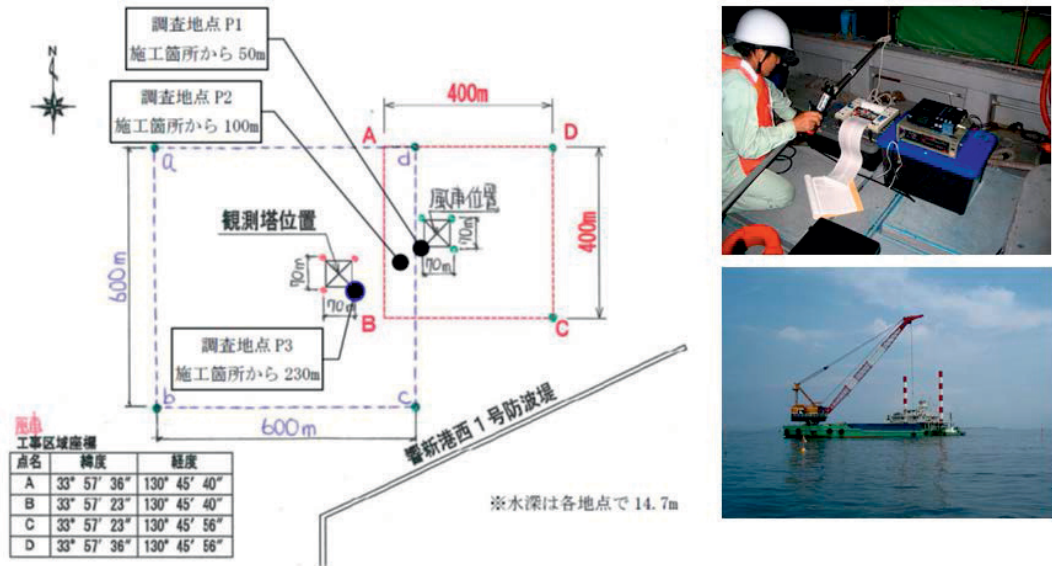
段階	概要	音圧レベル
感覚閾値	魚によりやく聞こえる最小知覚レベル	60~80dB(特に感度の良い魚) 90~110dB(一般的な海産魚)
誘致レベル	魚にとって快適な音の強さ 興味のある音であれば音源方向に寄ってくる	110~130dB
威嚇レベル	魚が驚いて深みに潜るか、音源から遠ざかる 反応を示す	140~160dB
損傷レベル (致死レベル)	魚の内臓やうきぶくろの破裂	220dB以上(水中穿孔発破の場合)

出典:「水中音の魚類に及ぼす影響」((社)日本水産資源保護協会,平成9年10月)P16-17より作成

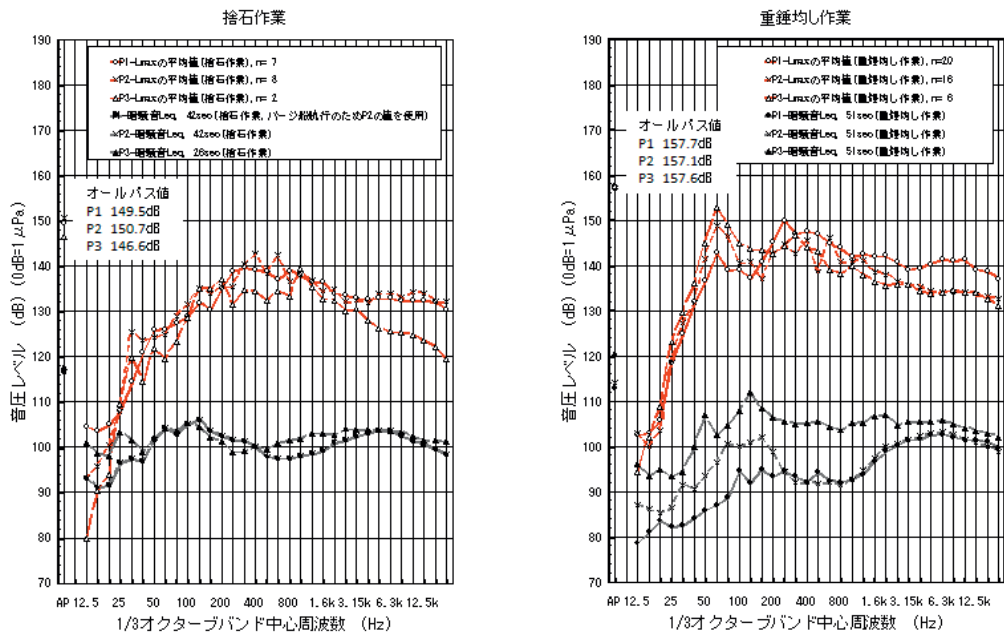
図4.2.2-3 捨石工事の水中騒音距離減衰図

(ウ) 事後調査結果

事後調査では工事中の水中騒音が距離減衰することを想定して、工事の音源から50m、100m、230mの距離で測定した結果(図4.2.2-4)、50mで149.5dB、100mで150.7dB、230mで146.6dBであり、予測時のような距離減衰が認められなかった。



測定項目	測定日	調査地点P1	調査地点P2	調査地点P3
夜間暗騒音	9月3日(月)	20:04~20:34	19:12~19:42	20:46~21:16
捨石暗騒音・暗振動	9月4日(火)	07:58~08:18	08:43~09:03	09:29~09:49
捨石作業音・作業振動	9月4日(火)	13:56~14:16	13:15~13:35	12:24~12:44
重錘均し暗騒音・暗振動	9月5日(水)	06:45~07:05	07:21~07:41	08:03~08:23
重錘均し作業音・作業振動	9月5日(水)	10:20~10:40	09:35~10:00	09:00~09:20



オールパス値では、距離による音圧レベルの減衰はあまり見られない。
周波数の高い領域では距離による音圧レベルの減衰がみられ、減衰の程度は周波数が高いほど大きい傾向がみられる。

図4.2.2-4 捨石・重錘均し工事時の水中騒音調査結果

(エ) 検証

当予測・評価では、既往の捨石投入工事中の距離減衰を考慮した結果、工事中の水中騒音については、船舶航行時レベル(144dB)を上回る範囲が概ね音源から100mまでに限られると予測している。また、魚類の聴覚音圧レベルを基とした忌避行動の反応範囲(140~160dB)は音源から200m程度の範囲内であること、工事は昼間のみで一時的であること等から魚類への影響は小さいとされている。

既往の捨石投入工事中の距離減衰図による予測値は、音源から50mで約152dB、100mで約145dB、230mで135dBに対し、捨石投入工事中的実測値は、音源から50mで149.5dB、100mで150.7dB、230mで146.6dBとなっている。工事中的実測を見ると、予測値のような距離減衰が確認されておらず、音源から230m測点で魚類の忌避行動レベルまで達しており、魚類反応範囲が音源から200m程度の範囲内であるという予測・評価結果については不確実性を有すると考えられる。

工事中的実測測定時間等を見ると、3測点での測定は同時測定でなく、異なる時間帯に測定していることから、時間帯による工事状況、暗騒音の違い等生じている可能性が高いと考えられる。

なお、工事中的水中騒音による魚類への影響は工事中に魚類調査が実施されていないため、検証ができない。

表4.2.2-10 水中騒音の影響予測・評価の検証(概要)

項目	時期	対象海区	水中騒音の調査・予測・評価結果
事前調査	H22年10月・ H24年9月	事業実施区域	事業実施区域において昼間と夜間に水中の暗騒音調査を実施した結果、昼間は122dB、夜間は129dBで、船舶航行時には更に音圧レベル(123~144dB)が高くなり、特にバージ船通過時が高かった。
予測・評価	捨石投入工事 中(最盛期)による影響	事業実施区域	捨石工事時の既往調査事例を基に水中音圧レベルの距離減衰を検討した結果、工事中的水中騒音が船舶航行時レベル(144dB)を上回る範囲は概ね音源から100mまでに限られると予測している。また、魚類の聴覚音圧レベルを基とした忌避行動の反応範囲(140~160dB)は音源から200m程度の範囲内であること、工事は昼間のみで一時的であること等から魚類への影響は小さいとされている。
事後調査	工事中	事業実施区域	捨石工事時・重錘均工事時に水中騒音調査を実施したが、捨石工事時の音圧レベルは設置点から50mで149.5dB、100mで150.7dB、230mで146.6dB、重錘均工事時の音圧レベルは設置点から50mで157.7dB、100mで157.1dB、230mで157.6dBであり、予測時のような距離減衰は認められなかった。
検証	◎捨石投入工事中的距離減衰図による予測値は、音源から50mで約152dB、100mで約145dB、230mで135dBに対し、捨石投入工事中的実測値は、音源から50mで149.5dB、100mで150.7dB、230mで146.6dBとなっている。工事中的実測を見ると、予測値のような距離減衰が確認されておらず、音源から230m測点で魚類の忌避行動レベルまで達しており、魚類反応範囲が音源から200m程度の範囲内であるという予測・評価結果については不確実性があると考えられる。 ◎工事中的実測測定時間等を見ると、3測点での測定は同時測定でなく、異なる時間帯に測定していることから、時間帯による工事状況、暗騒音の違い等生じている可能性が高いと考えられる。 ◎工事中的水中騒音による魚類への影響は工事中に魚類調査が実施されていないため、検証ができない。		
留意点	◎水中騒音予測はシミュレーションによる定量的手法が望ましい。 ◎計測データの信頼性を上げるためには複数の計測器を配置して同時観測をすることや、暗騒音の計測は工事の前後に実施する等、タイムラグを少なくすることが重要である。また、工事中調査は3点で計測されているが、少なくとも1km程度離れた海域まで測点を離したり、また測定回数を増やす等して、実測することが望ましい。		

④ 海棲哺乳類 (スナメリ)

北九州市沖サイトでは、工事に伴う水の濁り及び水中騒音による海棲哺乳類 (スナメリ) への影響予測・評価及び事後調査を実施しており、ここではその予測・評価結果の検証を試みた。

スナメリは、前述の銚子沖サイトにおける記載とおり、日本海側では山口以南の響灘とその周辺海域にも生息している。季節的な移動が指摘されており、漂着・混獲個体等の報告数から当該海域では春先の5月頃が最も多く、7月～9月の夏季は減少する傾向がある。(吉田ら, 2014)

(ア) 事前調査結果

事業実施区域において受動的音響探知機にてスナメリの出現状況を調査した結果(図4.2.2-5)、春季～冬季にかけて鳴音が確認され、特に春季は日周変動が大きかった。夏季の出現数は他の季節よりも少なかった。

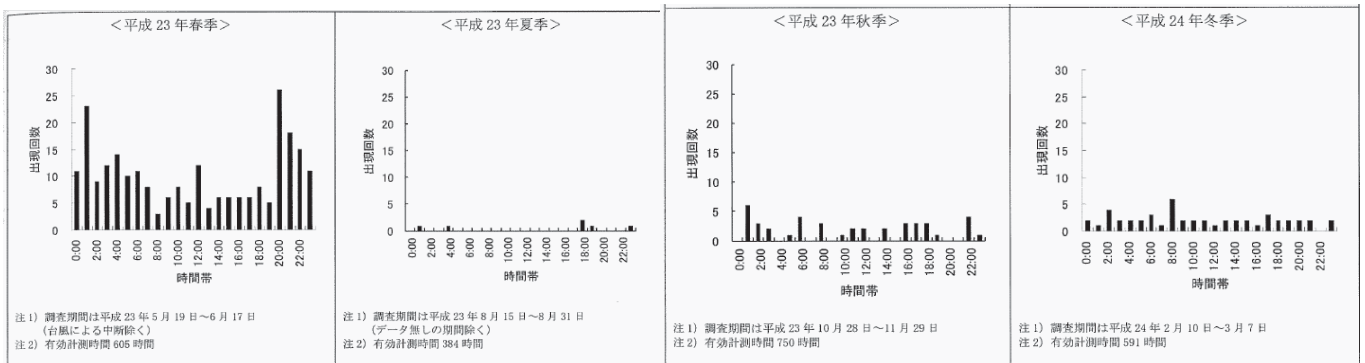


図4.2.2-5 スナメリの時刻別鳴音出現頻度 (春季～冬季)

(イ) 予測・評価結果

本予測・評価では、工事中による下記3点の影響を対象として検討している。

【工事中 (水の濁り)】

工事中の水の濁りによってスナメリの生息環境の減少・喪失が考えられるが、水質及び底質調査の予測結果から、濁りの発生はほとんどなく、工事区域は一部に限定されること、周辺に同様の環境が広がっていることから、影響はほとんどないものと予測・評価されたとしている。

【工事中 (水中騒音)】

工事 (基礎捨石投入作業) による水中騒音によって生息環境の悪化が懸念されるが、工事区域は一部に限定されること、工事は日中のみ行うこと、工事期間が短いこと、本種の遊泳能力は広範囲であることから、影響は小さいものと予測・評価されたとしている。また、工事中の水中騒音は連続的で一定した音であることから、本種の騒音への馴致の可能性も考えられるとしている。

【工事中 (水中騒音による餌資源への影響)】

工事による水中騒音によってスナメリの餌資源 (魚類) が逃避・減少するおそれが考えられるが、魚を威嚇させる大きさの音圧が生じる範囲は工事箇所から200m程度であり、水中騒音への馴致等から餌資源の減少はほとんどないことから海産哺乳類への影響はないと予測・評価されたとしている。

(ウ) 事後調査結果

7月～8月の工事中における事業実施区域及び対照区域のスナメリ出現状況を調査した結果、対照区に比べて事業実施区域（調査区）の鳴音数が大幅に少なかった。工事中の事業実施区においてはスナメリに一時的な影響が生じていたと考察されている。

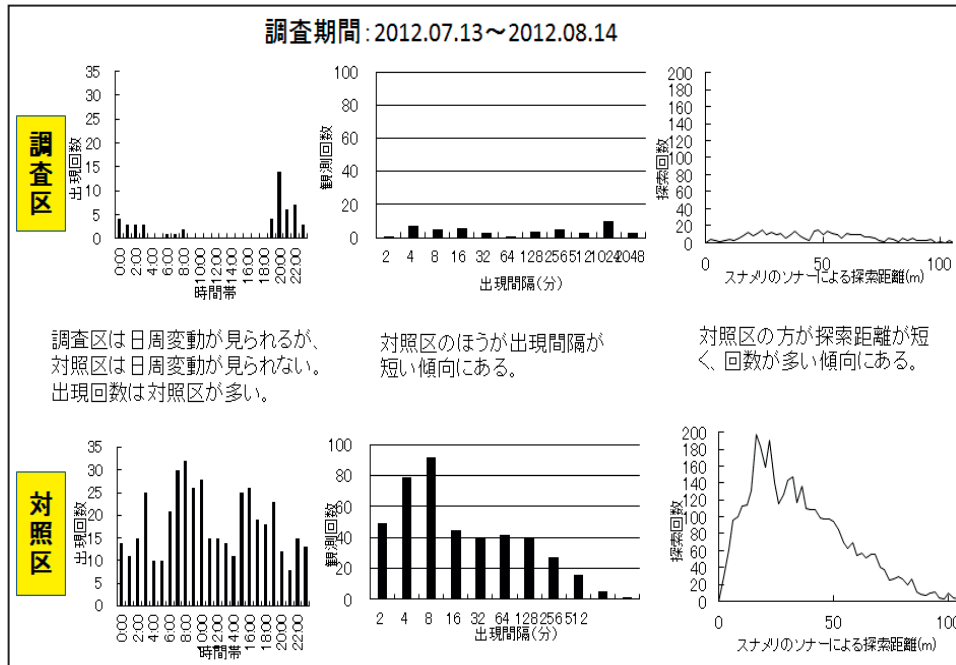


図4.2.2-6 スナメリの工事中調査結果

(エ) 検証

【工事中（水の濁り）】

本予測・評価では、工事中の水の濁りによってスナメリの生息環境の減少・喪失する可能性を指摘しているが、水質等の予測結果より濁りの発生はほとんどなく、工事区域は一部に限定される等から影響はほとんどないものとしている。

工事区域（事業区域）における工事中のSS測定結果（前出：表4.2.2-2）によれば、工事直前と同等レベル範囲（1mg/L未満～1mg/L）で濁りの発生はほとんどないものの、スナメリの出現鳴音数は対照区に比べて大幅に少ないことから、本予測・評価結果は不確実性を有するものと考えられる。

【工事中（水中騒音）】

本予測・評価では、基礎捨石投入工事に伴う水中騒音によりスナメリの生息環境の悪化が懸念されるが、工事区域は一部に限定され、工事は日中のみで、工事期間が短いこと等から影響はほとんどないものとしている。

工事区域（事業区域）における工事中の水中騒音測定結果（前出：図4.2.2-4）によれば、ピーク周波数帯400Hzの音圧レベル（音源より50～230m）は約140dBであるのに対し、スナメリの聴覚閾値（前出：図4.1.2-11）は400Hzで約100dBである。すなわち、工事中のピーク周波数帯400Hzの音はスナメリの可聴音であるため、工事中の水中騒音によりスナメリの出現鳴音数は対照区に比べて少なくなっている可能性が考えられる。その理由の一つには工事が実施されていない調査区の

夕方～明け方では出現鳴音数が確認されていることから、水中騒音が生じる日中の工事行為による影響が大きいと考えられる。また、スナメリの騒音への馴致は、日中と夜間で出現状況が異なっていることからその可能性は低いと考えられ、本予測・評価結果は不確実性を有するものと考えられる。

【工事中（水中騒音による餌資源への影響）】

本予測・評価では、工事に伴う水中騒音によってスナメリの餌資源（魚類）が逃避・減少するおそれが考えられるが、魚を威嚇させる大きさの音圧が生じる範囲は工事箇所から200m程度であり、水中騒音への馴致等から餌資源の減少はほとんどないことから本種への影響はないと予測・評価している。

工事中の水中騒音の実測を見ると、予測値のような距離減衰が確認されておらず、音源から230m測点で魚類の忌避行動レベルまで達しており、魚類の威嚇反応範囲が音源から200m程度の範囲内であるという予測・評価結果については不確実性を有すると考えられる。

また、水中騒音への馴致等から餌資源の減少はほとんどないことを証明する事後調査データが無いため、本予測・評価結果については不確実性を有すると考えられる。

表4.2.2-11 海棲哺乳類（スナメリ）への影響予測・評価の検証（概要）

項目	時期	対象海区	海棲哺乳類(スナメリ)の調査・予測・評価結果
事前調査	H22年10月・ H24年9月	事業実施区域 (工事区域) 対照区域	事業実施区域において受動的音響探知機によりスナメリの出現回数・時間等を確認した。出現回数は平成23年春季243回、夏季6回、秋季41回、平成24年冬季50回であった。春季には日周変更が認められ、昼間には多く出現しているが、夏季は大幅に出現頻度が減少した。
予測・評価	捨石投入工事中(最盛期)による影響	事業実施区域 (工事区域)	【水質】 水の濁りの影響は工事区域の一部に限定されていることからスナメリへの影響は無いものと予測・評価された。 【水中騒音】 工事に伴いスナメリへの影響が懸念されるが、工事区域は一部に限定されること、工事期間は一時的であること、工事は日中のみ行われること等から、水中騒音による影響はないものと評価された。また、本種の本騒音への馴致の可能性も考えられるとしている。 【餌資源】 水中騒音の影響域は魚類の威嚇反応範囲が音源から200m程度の範囲内であるため、餌生物である魚類への影響も低いと考えられ、スナメリへの影響は小さいと評価された。
事後調査	工事中	事業実施区域 (工事区域) 対照区域	工事中(7～8月)を対象に事業実施区域及び対照区域においてスナメリの鳴音調査を実施した結果、いずれの月も事業実施区域の鳴音数が相対的に少なかった。
検証	<p>①工事中のSSの予測・評価 ●工事区域における工事中のSS測定結果は工事直前と同等レベル範囲(1mg/L未満～1mg/L)で濁りの発生はほとんどないものの、スナメリの出現鳴音数は対照区に比べて大幅に少ないことから、本予測・評価結果は不確実性を有するものと考えられる。</p> <p>②工事中の水中騒音の予測・評価 ●工事区域における工事中の水中騒音測定結果は、ピーク周波数帯400Hzの音圧レベル(音源より50～230m)が約140dBであるのに対し、スナメリの聴覚閾値(400Hz)が約100dBである。すなわち、工事中のピーク周波数帯400Hzの音はスナメリの可聴音であるため、工事中の水中騒音によってスナメリの出現鳴音数は対照区に比べて少なくなっている可能性が考えられる(その理由の一つには工事が実施されていない調査区の夕方～明け方では出現鳴音数が確認されていることから、水中騒音が生じる日中の工事行為による影響が大きいと考えられる)。 ●スナメリの騒音への馴致は、日中と夜間で出現状況が異なっていることからその可能性は低いと考えられ、本予測・評価結果は不確実性を有するものと考えられる。</p> <p>③工事中の水中騒音による餌資源への影響 ●工事中の水中騒音の実測を見ると、予測値のような距離減衰が確認されておらず、音源から230m測点で魚類の忌避行動レベルまで達しており、魚類の威嚇反応範囲が音源から200m程度の範囲内であるという予測・評価結果については不確実性を有すると考えられる。</p>		
留意点	<p>◎水中騒音の予測はシミュレーションによる定量的手法が望ましい。 ◎工事中の水中騒音調査は信頼性を上げるためには複数の計測器を配置して同時観測をすることや、暗騒音の計測は工事の前後に実施する等することが重要である。 ◎本種に係る既往の水の濁り及び聴覚閾値等の知見と工事中のデータ(例えば、水中騒音であれば、測点別周波数別音圧レベル等のデータ)を比較して予測・評価することが望ましい。 ◎更に供用時調査のデータ等を基に事後の変化等も検証することが望ましいと考えられる。</p>		

⑤ 鳥類 (ミサゴ)

北九州市沖サイトでは、希少猛禽類・渡り鳥への影響予測・評価及び事後調査を実施している。ここでは、そのうちミサゴを対象にして予測・評価の検証を試みた。

(ア) 事前調査結果

事業実施区域において船舶トランセクトライン調査 (目視調査) を実施した結果、ミサゴは秋季 (H23年10月) ・冬季 (H24年1月) ・春季 (H24年4月) の総数で27個体確認され、特にB測線上にて多く出現している。

表4.2.2-11 ミサゴの事前調査結果 (概要)

種類	A測線	B測線	C測線	D測線	合計
秋季 (H23年10月)	0	10	2	3	15
冬季 (H24年1月)	1	4	2	0	7
春季 (H24年4月)	0	5	0	0	5
総数	1	19	4	3	27

(イ) 予測・評価結果

予測・評価では、ミサゴに係る既往事例及び現地調査データを基に、「改変による生息環境の減少・喪失」、「騒音による生息環境の悪化」、「騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少」、「繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断・阻害」、「ブレード、タワー等への接近・接触」、「夜間照明による誘引・忌避」の6項目の影響要因について、下記のとおり定性的に検討されている。

〈改変による生息環境の減少・喪失〉

ミサゴの営巣環境は崖地や海岸や湖沼に近い大木等であり、白島にて営巣を確認したが、響灘沿岸から約8km程度と十分に離れている。

本種の採餌環境は水域であり、事業実施区域が餌場の一部として利用されているものと推察され、工事に伴う一時的な採餌環境の減少・変化による影響が予測されるが、改変は施設予定地及び一部の海域であること、営巣地から20kmの狩場で採餌を行う習性、周辺に同様な環境が広がっていることから、採餌環境のわずかな減少の可能性はあるものの、喪失には至らないと評価している。

〈騒音による生息環境の悪化〉

野生生物の騒音に対する既往資料から、過度な騒音は鳥類への繁殖に対するストレスとなり、繁殖の失敗あるいは放棄をもたらすことが考えられるが、工事騒音のような単発的な衝撃音ではなく連続的な一定音で、発電機から300～500m程度離れると現況と同程度までレベルが減衰すること等から、生息環境に与える影響は小さいと予測・評価している。

〈騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少〉

ミサゴの餌資源は魚類であり、騒音による減少が起こる可能性は少ない。また、逃避が起きたとしても一時的であり、工事後には早期に回復すると考えられることから、影響はほとんどないものと予測・評価している。

〈繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断・障害〉

事業実施区域周辺は、現地調査結果からミサゴの採餌場の一部として利用していると考えられるが、本種の飛翔高度はブレード回転域より低い高度での確認が多くてブレード回転域の飛翔高度での確認が少なかったこと、飛翔は周辺広範囲に及んでいること、発電機を予め認識し移動経路の変更や分散が十分可能であると考えられることから、影響は小さいと予測・評価している。

〈ブレード、タワー等への接近・接触〉

猛禽類の風力発電施設に係る衝突頻度は、海外文献によれば大型風力発電施設1基当たりの衝突確率が0.006羽とされており、本設備1基設置の場合も年間0.006羽と推察している。また、国内の既設ウィンドファーム設置前後の調査より、渡り鳥が予め飛翔経路を変えて衝突回避する事例があることから、本事業実施区周辺には迂回するための空間も十分に確保されており、ブレード、タワー等への接近・接触が生じる可能性は低く、影響は小さいものと予測・評価している。

(ウ) 事後調査結果

事前調査同様、船舶トランセクトライン調査手法にて供用時調査を実施した。

事前調査と同時期（秋季・冬季・春季）のミサゴは総数19個体確認され、事前調査時に比べて若干確認個体数が少ないものの、大きな低減は見られない。

ただし、H26年11月には当該洋上風車にミサゴがバードストライクし、衝突感知システムにて衝突状況が確認され、落下した個体を回収・解剖した結果、衝突時の椎骨骨折が原因とされている。

表4.2.2-12 ミサゴの事後（供用時）調査結果

種類	合計
秋季（H25年11月）	7
冬季（H26年1月）	8
春季（H26年5月）	4
総数	19



図4.2.2-7 当該洋上風車に衝突したミサゴと衝突感知システムで捉えたミサゴ

(エ) 検証

〈改変による生息環境の減少・喪失〉

工事に伴う一時的な採餌環境の減少・変化による影響が予測されるとあるが、工事中にミサゴ調査を実施していないため検証できない。また、改変による採餌環境への影響についてわずかな減少の可能性はあるものの、喪失には至らないと評価しているが、ミサゴの供用時調査結果を見ると事前調査時に比べて若干確認数が少ないものの、大きな低減は見られないことから生息環境は保たれていると考えられる。

〈騒音による生息環境の悪化〉

工事騒音のような単発的な衝撃音ではなく連続的な一定音であるとされているが、工事中にミサゴ調査を実施していないため検証できない。また、発電機から300～500m程度離れると現況と同程度までレベルが減衰すること等から、生息環境に与える影響は小さいと予測・評価しているが、ミサゴの分布域と比較できる風車騒音の観測データが無いため、予測・評価結果の検証ができない。

〈騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少〉

ミサゴの餌資源は魚類であり、騒音による減少が起こる可能性は少ないとあるが、捨石工事等に伴う水中騒音は餌資源・魚類に対する影響要因であり、それによる予測・評価結果については前項(水中騒音)のとおり、不明な点が残されている。

〈繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断・障害、ブレード、タワー等への接近・接触〉

現地調査結果からミサゴの飛翔高度はブレード回転域より低い高度での確認が多くてブレード回転域の飛翔高度での確認が少なかったこと、飛翔は周辺広範囲に及んでいること、発電機を予め認識し、移動経路の変更や分散が十分可能であると考えられることから、影響は小さいと予測・評価している。また、海外文献から本洋上風車1基設置の衝突確率は年間0.006羽と推察し、鳥類が予め飛翔経路を変えて衝突回避する事例から本事業実施区周辺では迂回空間が十分に確保され、ブレード、タワー等への接近・接触が生じる可能性は低いと予測・評価しているが、本種のバードストライクが確認されている。当該予測・評価の妥当性については今後再評価するとともに、引き続きバードストライクの経過観察を実施することが重要と考えられる。

表4.2.2-13 鳥類（ミサゴ）への影響予測・評価の検証

項目	時期・影響段階	対象海区	鳥類(希少猛禽類:ミサゴ)
事前調査	船舶トランゼクト調査:平成23年10月、平成24年1月、4月	事業実施区域及び周辺域	ミサゴは秋季(H23年10月)・冬季(H24年1月)・春季(H24年4月)の総数で27個体確認され、特にB測線上で多く出現している。
予測・評価	工事中騒音(最盛期)及び稼働中による影響	事業実施区域及び周辺域	<p>(1)改変による生息環境の減少・喪失 ミサゴの営巣環境は崖地や海岸や湖沼に近い大木等であり、白島にて営巣域は響灘沿岸から約8km程度と十分に離れている。 本種の採餌環境は水域であり、事業実施区域が餌場の一部として利用されているものと推察。工事に伴う一時的な採餌環境の減少・変化による影響が予測されるが、改変は施設予定地及び一部の海域であること、営巣地から20kmの狩場で採餌を行う習性、周辺に同様な環境が広がっていることから、採餌環境のわずかな減少の可能性はあるものの、喪失には至らないと評価。</p> <p>(2)騒音による生息環境の悪化 野生生物の騒音に対する既往資料から、過度な騒音は鳥類への繁殖に対するストレスとなり、繁殖の失敗あるいは放棄をもたらすことが考えられるが、工事騒音のような単発的な衝撃音ではなく連続的な一定音で、発電機から300~500m程度離れると現況と同程度までレベルが減衰すること等から、生息環境に与える影響は小さいと予測・評価。</p> <p>(3)騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少 ミサゴの餌資源は魚類であり、騒音による減少が起こる可能性は少ない。また、逃避が起きたとしても一時的であり、工事後には早期に回復すると考えられることから、影響はほとんどないものと予測・評価。</p> <p>(4)繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断・阻害 事業実施区域周辺は、現地調査結果からミサゴの採餌場の一部として利用していると考えられるが、本種の飛翔高度はブレード回転域より低い高度での確認が多くてブレード回転域の飛翔高度での確認が少なかったこと、飛翔は周辺広範囲に及んでいること、発電機を予め認識し移動経路の変更や分散が十分可能であると考えられることから、影響は小さいと予測・評価。</p> <p>(5)ブレード、タワー等への接近・接触 猛禽類の風力発電施設に係る衝突頻度は、海外文献によれば大型風力発電施設1基当たりの衝突確率が0.006羽とされており、本設備1基設置の場合も年間0.006羽と推察。また、国内の既設windfarm設置前後の調査より、渡り鳥が予め飛翔経路を変えて衝突回避する事例があることから、本事業実施区周辺には迂回するための空間も十分に確保されており、ブレード、タワー等への接近・接触が生じる可能性は低く、影響は小さいものと予測・評価。</p>
事後調査	工事中	事業実施区域及び周辺域	未実施
	稼働中(H25年8月~)	事業実施区域及び周辺域	事前調査と同時期(秋季・冬季・春季)のミサゴは総数19個体確認され、事前調査時に比べて若干確認個体数が少ないものの、大きな低減は見られない。 ただし、H26年11月には当該洋上風車にミサゴがバードストライクし、衝突感知システムにて衝突状況が確認され、落下した個体を回収・解剖した結果、衝突時の椎骨骨折が原因とされている。
検証	<p>◎工事に伴う一時的な生息環境の減少・喪失影響、騒音による生息環境の悪化、騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少等の影響を予測・評価されているが、工事中のミサゴ及び騒音等の調査が実施されていないため、予測・評価の検証ができない。</p> <p>◎騒音による餌資源(魚類)の逃避・減少は起こる可能性は少ないとあるが、捨石工事等に伴う水中騒音は餌資源・魚類に対する影響要因であり、それによる予測・評価結果については前項(水中騒音)のとおり、不明な点が残されている。</p> <p>◎現地調査結果からミサゴは、その飛翔高度がブレード回転域より低い高度での確認が多く、ブレード回転域の飛翔高度での確認が少なかったこと、飛翔は周辺広範囲に及んでいること、発電機を予め認識し移動経路の変更や分散が十分可能であると考えられることから、影響は小さいと予測・評価している。また、海外文献から本洋上風車1基設置の衝突確率は年間0.006羽と推察し、鳥類が予め飛翔経路を変えて衝突回避する事例から本事業実施区周辺では迂回空間が十分に確保され、ブレード、タワー等への接近・接触が生じる可能性は低く、影響は小さいと予測・評価しているが、本種のバードストライクが確認されており、当該予測・評価の妥当性については今後再評価するとともに、引き続きバードストライクの経過観察を実施することが重要と考えられる。</p>		
留意点	<p>◎工事中の騒音による影響予測・評価に関しては、工事中調査を実施して予測評価の検証をすることが望ましい。</p> <p>◎ミサゴのブレード・タワー等への接近・接触予測では、事業実施区域を対象とした衝突確率予測を実施することが望ましい。</p> <p>◎バードストライクカメラ等による事後調査の継続実施が望ましい。</p>		

⑥ 景観

風車の存在・供用時における景観への影響予測・評価結果について検証を試みた。

(ア) 事前調査結果

事業実施区域を望む主要眺望地点として「高塔山公園（展望台）」、「脇田海釣り桟橋」および「響灘北緑地（展望広場）」3点を選定し、現地写真を撮影している。

(イ) 予測・評価結果

本予測・評価では、3点の写真を基にフォトモンタージュを作成した結果（図4.2.2-7a）、3眺望点からいずれも視認されるが、遠景であり、景観に調和することから景観的には影響が無いと評価されている。

(ウ) 事後調査結果

事後調査では3眺望点から再度写真撮影を実施し、フォトモンタージュと比較した結果（図4.2.2-7b）、洋上実証施設は遠景にあり、景観的には影響が無いと考えられる。

(エ) 検証

フォトモンタージュ写真・事後調査写真を比較すると、洋上実証施設は遠景で、景観的にはほとんど気にならないことから予測・評価は妥当と考えられた。ただし、事前と事後写真の天候・時間等できるだけ同一条件で撮影して、景観を比較することが望ましいと考えられた。

また、予測・評価はフォトモンタージュだけでなく、視野占有率等の指標による検討も望ましい。

表4.2.2-14 景観への影響予測・評価の検証(概要)

項目	時期	対象海区	景観の調査・予測・評価結果
事前調査	H22年12月	事業実施区域	主要な眺望地点として「高塔山公園（展望台）」、「脇田海釣り桟橋」および「響灘北緑地（展望広場）」の3点を選定し、現況写真を撮影した。
予測・評価	風車供用時	事業実施区域	主要眺望点における眺望景観のフォトモンタージュ（風力発電機を灰白色に塗装したもの、航空法の観点からブレード部分を赤白に塗装したもの：2ケース）を作成し、眺望の変化を視覚的表現によって予測した結果、設置される風力発電機及び観測塔は3眺望点からいずれも視認されるが、遠景であること、産業景観の形成を推進する地域の景観に調和するものと考えられることから、景観的には影響が無いと予測・評価された。
事後調査	風車供用時 (H26年5月)	事業実施区域	眺望地点3地点から観測塔・実証機の写真撮影を実施した結果、予測結果（風力発電機を灰白色に塗装したフォトモンタージュ）とほぼ同等と評価されている。
検証	◎フォトモンタージュと実物の写真を比較すると実物は背景に溶け込んでおり、景観的にはほとんど気にならないことから予測は妥当と考えられた。 ◎ただし、事前と事後写真の天候・時間等できるだけ同一条件で撮影して、景観を比較することが望ましいと考えられた。		
留意点	◎予測・評価では眺望の変化についてフォトモンタージュのみでなく、視野占有率等の定量的評価手法も適用することが望ましい。		

【a：予測結果（フォトモンタージュ）】



【b：事後調査結果】



高塔山公園（展望台）



脇田海釣り桟橋



響灘北緑地(展望広場)

図4.2.2-8 景観の予測と事後調査結果

【4章の参考文献】

- NEDO (2009a) : NEDO 平成 20 年度 洋上風力発電実証研究 F/S 調査 (銚子沖)
- NEDO 洋上風力発電実証研究 (銚子沖) 資料
- NEDO 洋上風力発電実証研究 (北九州市沖) 資料
- 千葉県公共用水域水質測定データ (平成 17 年度～25 年度)
- 国土交通省港湾局 (2004) : 港湾工事における濁り影響予測の手引き, 国土交通省港湾局、平成 16 年 4 月.
- 小林信吾・村上明男 (2006) : ナメクジウオの長期飼育及び生体展示に関する技術報告, 愛媛県総合科学博物館研究報告, No11.
- 社団法人日本水産資源保護協会(1986) : 水産生物の生活史と生態 (続), 昭和 61 年 3 月.
- 社団法人日本水産資源保護協会(1997) : 水中音の魚類に及ぼす影響, (社)日本水産資源保護協会, 平成 9 年 10 月.
- 千葉県公共用水域水質測定データ (平成 17 年度～25 年度)
- 奈良正和・渡部寛志・井内美郎・忽那定範・柳澤暁 (2002) : 粗粒・細粒碎屑物による急速埋没に対するナメクジウオ *Branchiostoma belcheri* の耐性, 日本ベントス学会誌, 57.
- 吉田英可・古田正美 (2014) : 特集「日本のスナメリ研究最前線」にあたって, 海洋と生物, 210, Vol. 36, No1.
- 吉田英可・立川利幸・岩田知彦 (2014) : 日本におけるスナメリの系統構造, 海洋と生物, 211, Vol. 36, No2.
- Christine Erbe・Rob Williams・Doug Sandilands・Erin Ashe (2014) : Identifying Modeled Ship Noise Hotspots for Marine Mammals of Canada's Pacific Region.
- Jakob Tougaard・Oluf Damsgaard Henriksen (2009) : Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals.
- Mikhail Zykov・Terry Deveau・Roberto Racca (2013) : South Stream Pipeline - Bulgarian Sector - Underwater Sound Analysis.