

平戸瀬戸航路整備に伴う施工と岩砕の有効利活用について

THE BUILDING WHICH ACCOMPANIES THE HIRADO SETO PASSAGE SERVICE AND THE VALID PROFIT UTILIZATION BY THE DETRITUS

中山政勝¹・山田正昭²・前田俊明³・橋本洋之³・高島創太郎⁴・村山泰明⁴
Masakatsu NAKAYAMA, Masaaki YAMADA, Toshiaki MAEDA, Hiroyuki HASHIMOTO,
So-tarou TAKASHIMA and Yasuaki MURAYAMA

¹正会員 前 国土交通省 長崎港湾・空港整備事務所 (〒850-0961 長崎市小ヶ倉町3丁目76-72)

²国土交通省 長崎港湾・空港整備事務所 (〒850-0961 長崎市小ヶ倉町3丁目76-72)

³国土交通省 長崎港湾・空港整備事務所(平戸事務所) (〒859-5121 平戸市岩の上町字亀岡1468-1)

⁴いであ株式会社 九州支店 (〒812-0055 福岡市東区東浜1-5-12)

The survey for the fish-breeding reef development confirmed an effect of reused rocky soils which were produced by the dredging construction in the sea road of the Hirado Seto. The survey were undertaken three times at Yoshizaemonse of the sea road and at Yokoshima offing from 2006 to 2007.

The result of tidal-current survey and water-quality survey showed the change of the tidal current which accompanies fish-breeding reef establishment. The three-times-dive watching observation showed the number of the species and individuals is increasing. Also, in the interview survey for the fisherman, it showed that fishery was already engaged at the fish-breeding reef establishment part. The construction technique was devised in the dredging part of the seabed, that is, it formed the unevenness (trench), and as a result it performs as the fish gathering effect and the biotope of the fish. But the definite effect could not be confirmed. However, a lot of commercial fish were confirmed by the dive watching observation and the interview survey, and it maintained a feature as the crude reef.

Key Words : Reused, fish breeding reef, fish increasing effect, tide investigation, environment investigation

1. はじめに

平戸瀬戸航路は、S字形に屈曲して見通しが悪いうえ、岩礁や暗礁が多く、また、潮流が速いため海難事故が多発していた。近年、通航船舶が大型化・多様化する傾向の中、平戸瀬戸航路の整備計画は、平成16年度の整備で暫定水深-8.5m化が完了、平成17年度以降は水深-10.5m化に向けて浚渫工事を実施している。

また、平戸周辺は、水産資源にも恵まれ漁業が盛んな海域であるが、航路周辺における漁業生産の拡大を図るため、浚渫工事で発生する岩砕を再利用した魚礁整備を行っている。計画では、平成21年までに円錐形(高さ5m・直径80m)の魚礁を6基整備する予定であり、平成15年に1基を整備完了し、現在は2基目を整備中である。また、浚渫箇所においては施工方法を工夫し、海底面に畝(うね)を造ることにより生物生

息環境の向上を試みた。

本研究は、これら生物生息に配慮し、航路整備に伴う施工方法と岩砕の有効利活用による生息環境の変化について調査したものである。

2. 調査内容

(1) 調査場所

当調査では、浚渫箇所である平戸瀬戸航路内の芳左衛門瀬と、横島沖の魚礁設置箇所を調査対象とした。

なお、芳左衛門瀬では場所により浚渫時期が異なっていることから、平成17年8月に施工を完了した1次浚渫箇所、及び平成18年2月に施工を完了した2次浚渫箇所と、従来の-8.5m水深箇所、及び非浚渫箇所とで調査を行った。また、魚礁設置箇所では、完成済み

の1基を調査した。調査地点の概要を図-1に示す。

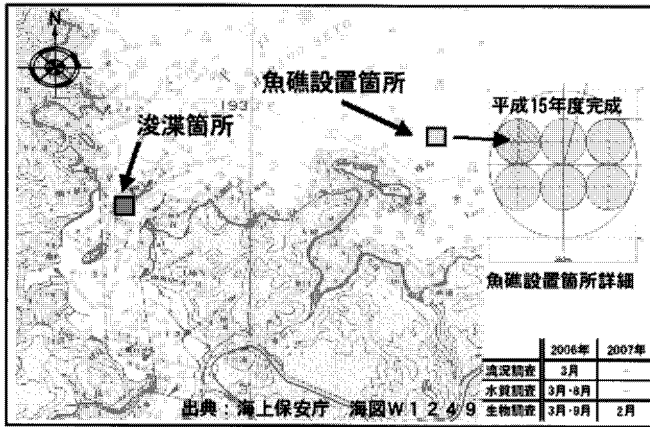


図-1 調査場所の概要

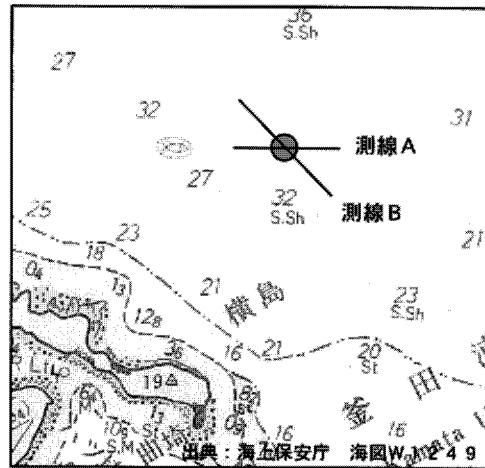


図-2 流況調査地点（魚礁設置箇所）

(2) 浚渫に伴う畝と岩砕土砂について

浚渫箇所である芳左衛門瀬は、航路北口に位置する岩盤（硬質）の瀬である。浚渫方法は、グラブ浚渫船による砕岩浚渫を行っており、浚渫海底面の一部については、魚類の生息場所若しくは産卵場所となるように、砕岩方法を工夫し、畝（凹凸）を形成した。その後、浚渫した岩砕は、土運船にて魚礁設置箇所まで運搬し、GPSによる投入位置の確認後、直接投入を行っている。



写真-1 投入岩砕土砂

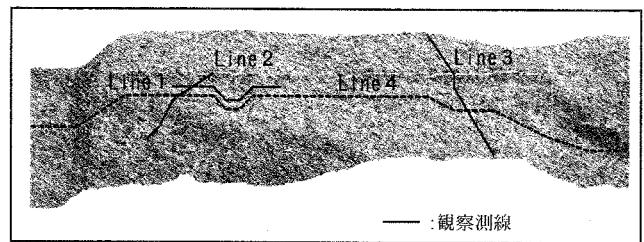


図-3 生物調査場所（浚渫箇所）

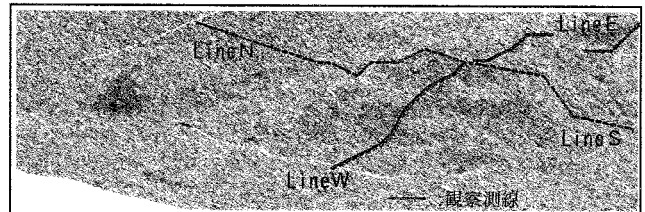


図-4 生物調査場所（魚礁設置箇所）

表-1 調査選定箇所

場所	測線名	位置の概要	選定理由
浚渫箇所	Line 1	2次浚渫箇所	畝と直線掘りした箇所の環境の変化を比較する。
	Line 2	2次浚渫箇所～非浚渫箇所	浚渫箇所と非浚渫箇所の環境の変化を比較する
	Line 3	1次浚渫箇所～2次浚渫箇所～8.5m水深箇所	1次浚渫箇所と2次浚渫箇所における着手期間による生物の生息状況等を比較する
	Line 4	芳左衛門瀬を南北に縦断（2次浚渫箇所）	芳左衛門瀬全体を確認する
魚礁設置箇所	Line W	魚礁西側	今後投入土砂の影響が最も少ないと想定される測線
	Line E	魚礁東側	今後投入土砂の影響を受けやすいと想定される測線
	Line N	魚礁北側	沖合に向かい水深が深くなる測線
	Line S	魚礁南側	沿岸に向かい水深が浅くなる測線

(3) 現地形の把握

浚渫箇所及び魚礁設置箇所の現地形を把握する為、マルチビーム音響測深機を用いて、詳細な深浅測量を行った。

また、測量結果を基に各調査地点を設定し、魚礁設置箇所では流況・水質・生物調査（魚類、底生動物、海藻）を、浚渫箇所では生物調査を実施した。魚礁設置箇所における流況調査地点を図-2に、浚渫箇所における生物調査地点を図-3に、魚礁設置箇所における生物調査地点を図-4に示した。

生物調査では、浚渫箇所や魚礁設置箇所表-1に示す選定理由に従い調査測線を設定した。また、生物調査では、潜水目視観察を実施し、設定した測線上の左右1m幅内で確認された生物を記録した。

(4) 調査方法

a) 流況調査

魚礁設置に伴う流況変化の把握、及び水質調査地点設定の基礎資料として、魚礁設置箇所周辺の流況調査を行った。調査は、平成18年3月（大潮期）の4潮時（上潮、下潮、満潮、干潮）に、超音波流向流速計（ADCP）を用いて、魚礁設置箇所周辺を曳航観測した。また、

鉛直方向の観測間隔は、1mとした。

b) 水質調査

魚礁設置に伴う水質変化を把握する為、鉛直混合が顕著な冬季と、成層破壊を捉えやすい夏季に、水質調査を行った。冬季調査は、平成18年3月の大潮期に魚礁周辺の17地点で多項目水質計を用いて水温、塩分、濁度、クロロフィルaの鉛直観測を海面から海底面上0.5mまで0.1mピッチで行った。夏季調査は、冬季調査結果を基に調査地点を再度設定し、多項目水質計による鉛直観測と併せて、魚礁を中心とした5地点の表層、中層、底層において採水し、栄養塩の分析を行った。

c) 生物調査

浚渫箇所及び魚礁設置箇所において、魚類、底生動物、海藻を対象としてダイバーによる潜水目視観察を行った。

d) 聞き取り調査

調査海域で漁業を行っている平戸市漁業協同組合、九十九島漁業協同組合田平支所に対して聞き取り調査を実施し、魚類増集状況等について取りまとめた。

3. 調査結果

(1) 流況調査

流況調査の結果、上潮時には南東向きに、満潮時には南西向きに、下潮時には西向きに流れ、干潮時には海面下1m層は西向きであるが、中下層では流向が明確ではなかった。最大流速は、それぞれ20~30cm/s程度であり、上潮・下潮時に各層とも流速が卓越していた。また、魚礁設置箇所周辺での流況変化では、上潮時に魚礁頂部から-15m付近までの観測層で30cm/s程度の強い流れが確認できた(図-5、図-6参照)。

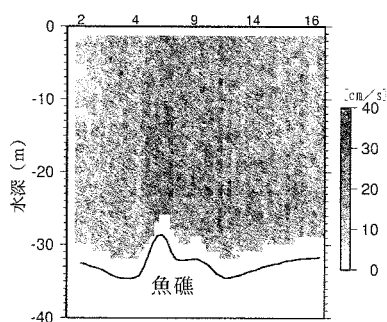


図-5 流速断面分布図(上げ潮時 測線A)

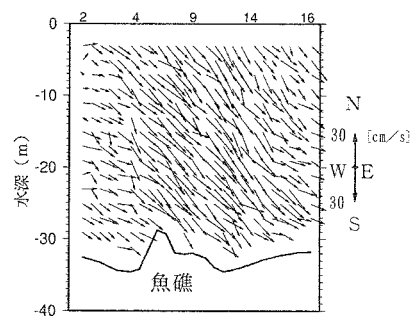


図-6 流速断面分布図(上げ潮時 測線A)

(2) 水質調査

水質調査の結果、冬季は各水質項目において変化はみられず、水平・鉛直分布ともほぼ一様な状況であった(図-7参照)。また、同時期に行った流況調査で上潮時に魚礁頂部付近において流速が卓越していたが、水質調査結果では特に周辺との差異はみられなかった。夏季調査は、水温の観測結果から魚礁の下流側に流れによる乱れがみられた(図-8参照)。塩分の観測結果においても、同様の乱れが確認できた。濁度の観測結果では、水平・鉛直分布とも特に変化はみられず一様な状況であった。しかし、クロロフィルaの観測結果では、中層付近で値が比較的高くなっており、水温同様に魚礁の下流側で乱れがみられた(図-9参照)。魚礁設置箇所周辺の栄養塩の分析試験を実施したが、図-9で示したようにクロロフィルaの値が、比較的中層で高かった他は、各項目とも値が低く、一様な状態であった。

水質調査結果では、夏季の成層期において、魚礁の下流側で乱れによる成層破壊が確認されたが、変動の幅はわずかであった。また、栄養塩の分析結果から、魚礁を中心とした当該海域では栄養塩の値が低く、比較的值が高くなる底層でさえ、表層、中層とほぼ同様の値であった。

これらのことから、魚礁設置に伴う潮流の変化は確認されたものの、魚礁設置箇所周辺は外洋に面した潮通しのよい環境であることから、上層~底層の栄養塩類の濃度は低くなっており、そのため潮流の変化による表層への栄養塩の回帰は確認されなかった。

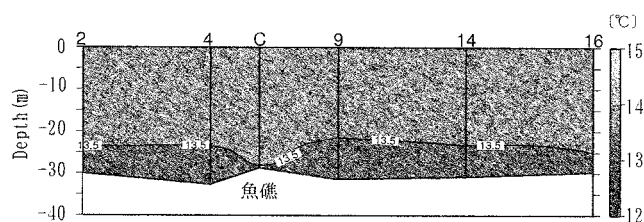


図-7 冬季水温断面分布図(干潮時 測線A)

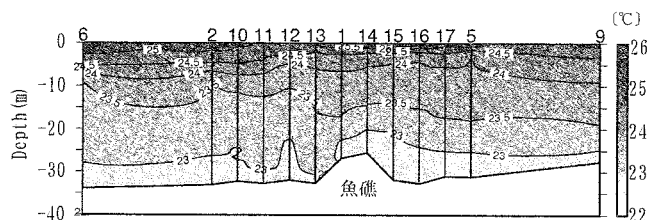


図-8 夏季水温断面分布図(干潮時 測線B)

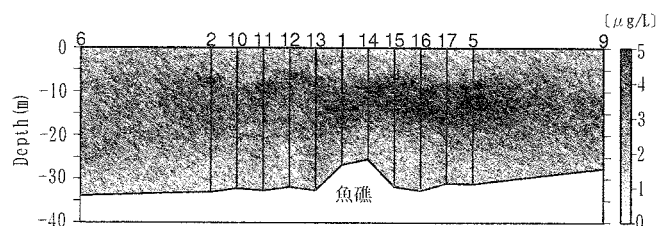


図-9 夏季 Chl-a 断面分布(干潮時 測線B)

(3) 生物調査

生物の出現状況を表- 2、表- 3、表- 4に示す。

生物調査の結果、魚類では、浚渫箇所では夏季に種類数、個体数が多くなっていたものの、夏季は水温の上昇に伴い、魚類が活発になる時期であるため、夏季の増加については季節変動を捉えた結果であると考えられる。ほぼ同時期である1回目と3回目の調査結果を比較すると、個体数の増加が確認された。魚礁設置箇所においても、種類数に大きな変化はみられなかったが、個体数の増加が確認された。海藻は、浚渫箇所と魚礁設置箇所における3回の調査で種類数の増加が確認された。また、魚礁設置箇所の海藻は、魚礁頂部でわずかに生育していた。魚礁設置箇所は水深約30mと海藻の生育に必要な光量が乏しいため、このような種類数、被度が低い結果となっていた。底生動物では、浚渫箇所では1回目の調査時より種類数が多くなっているのが確認され、魚礁設置箇所では3回目の調査時に種類数が最多となっていた。

また、魚礁設置箇所では有用漁業生物として、マナマコやシラヒゲウニなどが確認された。これらの生物は魚礁設置箇所のみの確認であったが、その理由として、マナマコは砂泥底にいる微生物を泥ごと捕食するため、浚渫箇所のように流速が速く、底質が砂礫や岩盤であるような環境には適応せず、細粒分を含んだ浚渫土砂で造成された魚礁設置箇所には、適応したと考えられる。また、魚礁設置箇所周辺ではシラヒゲウニの餌となる海藻の生育は確認されなかったが、魚礁設置箇所の海底には、流れ藻が漂着しているのが現地調査で確認されたことから、シラヒゲウニは主に流れ藻を捕食して生息していると考えられる。

浚渫箇所では、浚渫時期により生物の生息状況に差がみられ、浚渫後の経過時間が長い箇所程、生物の種類・個体数が増加していた。

また、浚渫箇所に形成した畝は0.5m～1.0mの凹凸であり、潮流の乱れを発生させる規模ではないため、畝のない箇所との大差はみられなかった。しかし、魚種によって畝の利用状況は異なることが考えられるため、今後は調査時期などを考慮し、生息場所や産卵場所などの利用を含め、畝における様々な利用状況の効果について確認する必要があると考えられる。

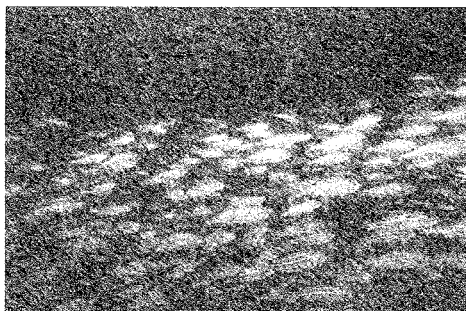


写真- 2 魚類の蛸集状況（浚渫箇所）
イサキ、2006年9月撮影

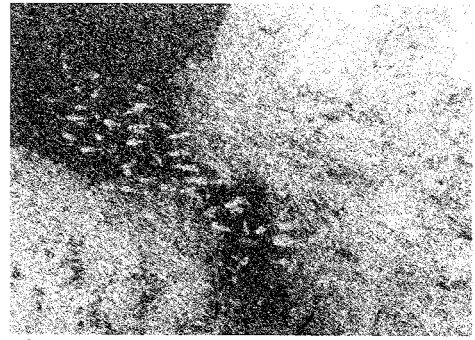


写真- 3 魚類の蛸集状況（魚礁設置箇所）
ネンブツダイ、2006年9月撮影

表- 2 潜水目視観察による魚類の調査時期毎の出現状況

調査期日：平成18年3月7日～10日
平成18年9月12日～15日、9月28日～29日
平成19年2月25日～3月2日

調査方法：潜水目視観察

No.	種名	調査場所 調査時期	浚渫箇所			魚礁設置箇所		
			3月	9月	2月	3月	9月	2月
1	ヒエイ科			○				
2	タケイソウ				●			
3	ゴズイ		○	●	○			
4	キハダ				○			
5	カ			○				
6	マダ					○		
7	ネンブツダイ						○	○
8	オスジイモチ					○	○	○
9	コスジイモチ					○	○	○
10	ヒラマサ			○				
11	ヒイギ					○		
12	ミナ		●	●	○			
13	イサキ			●			○	
14	コダ			○				
15	マダ			○	○	○	○	
16	ゲンコダ							○
17	キンチャクダイ		○	○	○		○	○
18	シダ		○	○	○			
19	シダ		○	○				
20	ウミナギ		○	○				
21	スズダイ		●	●	●	○	●	●
22	ソラス			○				
23	ソラス							○
24	カハダ		○		○			
25	コダ			○				
26	イサ			○				
27	コダ			○				
28	ニシキ			○				
29	ササハ		●	●	●	○	○	○
30	ミナ			○				
31	ホナ			●	○		○	
32	キョウ		○	○	○			
33	ニシ		○	○	○			
34	アサ			○				
35	ハダ					○		○
36	コウライ				○	○	○	○
37	ニシ						○	
38	ハダ		○			○		○
39	カサ		●	●	●	○	○	○
40	ミナ					○	○	
41	オコ							○
42	アイ		○	○				
43	カハ		○	○	○	○	○	○
44	アミ				○			
45	ウス							○
46	ハコ		○					
47	キマ		○					
48	ハリ					○		
種類数			16	27	17	14	14	15
個体数			526	2,382	1,193	199	262	438

凡例）確認尾数 ●：51尾以上、○：11～50尾、○：10尾以下

表-3 潜水目視観察による海藻の調査時期毎の出現状況
調査期日：平成18年3月7日～10日
平成18年9月12日～15日、28日～29日
平成19年2月25日～3月2日
調査方法：潜水目視観察

No.	門	和名	浚渫箇所			魚礁設置箇所		
			3月	9月	2月	3月	9月	2月
1	黄色植物	珪藻綱	●					
2	緑藻植物	アサギ属	●		●			
3		ミル		●				
4		ハネ属		●				●
5	褐藻植物	シオミドロ科	●		●	●		●
6		ヘラハズ		●				
7		シラハズ		●				
8		アミジグサ	●		●			●
9		アクリンミジ			●			
10		ウミカサ		●	●			
11		シマオギ		●				
12		フクロリ	●		●			
13		セイウハハナリ	●					
14		タバコグサ			●			
15		ウカメ	●		●			
16		アラメ	●	●	●			
17		シダモク		●	●			
18		ノコギリモク	●	●	●			
19		エンドウモク	●	●	●			
20	紅藻植物	アマノリ属	●					
21		カニナ属	●	●	●			
22		サンゴモ科（無節サンゴモ）	●	●	●	●	●	●
23		マサ		●	●			
24		タマタギ		●				
25		キンキ		●	●			
26		トサカモドキ属			●			
27		コカリ		●	●			
28		ダリア科			●			
29		アヤニシキ			●			
種類数			13	15	21	2	1	4

凡例) ●は出現を示す

表-4 潜水目視観察による底生動物の調査時期毎の出現状況

調査期日：平成18年3月7日～10日
平成18年9月12日～15日、28日～29日
平成19年2月25日～3月2日
調査方法：潜水目視観察

No.	門	和名	浚渫箇所			魚礁設置箇所		
			3月	9月	2月	3月	9月	2月
1	海綿動物	普通海綿綱		●	●	●	●	●
2	刺胞動物	シロガヤ				●		●
3		クロガヤ		●	●			
4		ヒドロメソ綱	●		●			●
5		チヂミサカ科					●	●
6	軟体動物	サザエ	●	●	●			
7		レイシガイ			●			
8		マガコ		●	●	●		
9	環形動物	カンザシガイ科	●	●				
10		ゴカイ綱						●
11	節足動物	サンカクジツボ		●	●			
12		アカジツボ	●	●	●			
13	触手動物	コケムシ綱		●		●	●	●
14	棘皮動物	ニッポウシダ	●	●	●	●	●	●
15		イモキヒトデ		●	●			
16		フクロニ科					●	●
17		シラゲウニ				●		
18		ムササギウニ	●	●	●			
19		マナコ				●		●
20	原索動物	エボヤ		●				
21		単体性ナメコ				●	●	●
種類数			6	12	11	8	6	10

凡例) ●は出現を示す

(4) 聞き取り調査

聞き取り調査結果では、平戸瀬戸航路周辺では、タコツボ、延縄、1本釣り、磯立て網、磯突き、素潜り漁、刺し網等が主な漁法となっており、カサゴ、マダイ、マハタ、アワビ、サザエ、アカウニ等の他に回遊時期によってはヒラマサ、シイラ、カンパチやトビウオやキビナゴ等を漁の対象としていた。魚礁設置箇所付近では、1本釣り、カゴ漁でカサゴ、マハタ、メバル、カワハギ、タコ等を漁の対象としており、魚礁設置箇所でもすでにこれらの魚種が漁獲されていることがわかった。

両地点では漁法が異なるものの、平戸瀬戸航路周辺と魚礁設置箇所付近でカサゴ、マハタ、メバル、ベラ等が主な対象魚種となっていることがわかった。

(5) 魚礁効果について

魚礁設置箇所では、本調査結果により魚礁設置に伴う潮流の変化が確認されたことから、渦や乱れが発生し、魚礁の好適条件を形成していると考えられる。魚類の鰓集状況についても、出現個体数が徐々に増加していることが確認されており、今後も流れの影や岩石の空隙を利用する魚類が鰓集することが期待される。

また、現地調査結果や聞き取り調査結果から、魚礁設置箇所周辺において、カサゴ、メバル、カワハギ等が多く生息しているのが確認された。魚礁設置箇所周辺は、光量が乏しく海藻の生育が困難であることから、海藻を餌とするアワビ、サザエ等の生息に適した環境ではない。従って、魚礁の対象魚種は、カサゴ、メバル、カワハギ等になると考えられる。

魚礁に鰓集する魚種については、その分布様式から次のように区分されている。

I 型：魚礁に体の大部分もしくは一部分を接触させている魚種

II 型：体を魚礁に接触させないが魚礁の周辺を遊泳する魚種、魚礁周辺の海底に定位する魚種

当魚礁に鰓集するカサゴやメバル、カワハギなどの魚種についてこの区分でみると、I 型、II 型の魚種であり、岩砕を利用した当魚礁の機能を発揮した結果であると考えられる。

また、コスト削減という観点から、平戸瀬戸航路整備計画における浚渫工事の副産物である浚渫土砂をリサイクルした場合、廃棄物としての処分費用約2,400万円のコスト削減、さらに、同規模の魚礁を新たに整備すると約6,500万円程度の費用がかかる為、合計では約8,900万円程度の削減効果があったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本報告では、平戸瀬戸航路整備に伴い、施工方法に

よる海底面の畝の形成と浚渫工事の副産物を魚礁造成に再利用した効果について確認したものである。

本調査により、魚礁設置に伴う潮流変化が確認され、魚類の個体数も増加しており、実際に魚礁設置箇所で漁業が営まれていることも確認できた。これらの調査結果より、浚渫に伴う岩砕を利用した当魚礁は漁業者に有効に活用されており、今後も2基目、3基目の魚礁整備が進むに連れ、さらに魚類が蛸集することが期待される。また、浚渫箇所においても時期により魚類の出現状況は異なるが、潜水目視観察や聞き取り調査で多くの有用漁業生物が確認され、天然礁としての機能を保持していることが明らかになった。また、浚渫時期による生物の生息状況の違いにつ

いては、非浚渫箇所や-8.5m水深箇所に次いで、浚渫後の経過時間が長い箇所程、生物の確認種・個体数が多くなっていた。今後は、浚渫箇所と非浚渫箇所の生物の出現状況が類似していることから、個体数・被度に若干の差はみられるが、非浚渫箇所と同程度まで出現・生育してくるものと示唆された。また、3回の調査では畝による効果は確認されなかったものの、魚類の蛸集効果が現れるまで一定の時間が必要であると思われることから、今後は時間経過を考慮して調査を実施し、畝の効果を検証したい。

今後は、当該海域に生息する主な生物の出現時期や魚礁の整備状況にあわせて、モニタリング調査を継続し、改めて報告することとしたい。