

石炭灰製品を用いた覆砂・漁礁の長期性能評価に伴う調査業務

目的：山口県田布施町馬島地先の海域において、石炭灰製品（Hi ビース）を用いた覆砂・漁礁について、その環境改善効果の持続性を把握するための調査を実施しました。

☆馬島沖覆砂☆調査場所：山口県田布施町馬島地先海域



調査期間：平成14年2月～平成24年10月（本年度は10月に実施）

調査内容：改良区の外観、Hi ビースの物理特性、海藻草類、

水質、底質、底生生物（マクロベントス・メガロベントス）、魚介類

Hi ビースとは？

Hi ビースとは、火力発電所で石炭を燃焼させ電気エネルギーをつくり出した後に、副産物としてできる石炭灰を主材としたリサイクル製品で、赤潮などの原因となる富栄養化物質の吸着効果を持つなど、環境に優しい材料です。



石炭灰造粒物 (Hi ビース)

出典) 株式会社エネルギー・エコ・マテリア HP より

○モニタリング調査結果

改良区の外観

Hi ビースを散布して約 127 ヶ月経過した現在においても、海底上に Hi ビースの露出が確認されました。しかし、複数箇所での泥の堆積がみられ、地形の起伏が多い状態でした。ただ、対照区ではみられなかったマナマコ等のメガロベントスが観察することができました。



改良区全景



マナマコ



改良区の海底状況

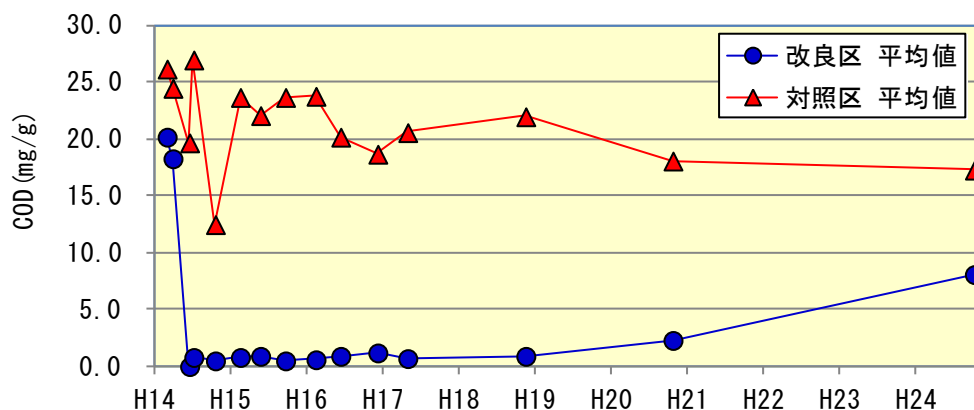


改良区の海底状況
Hi ビーズの露出

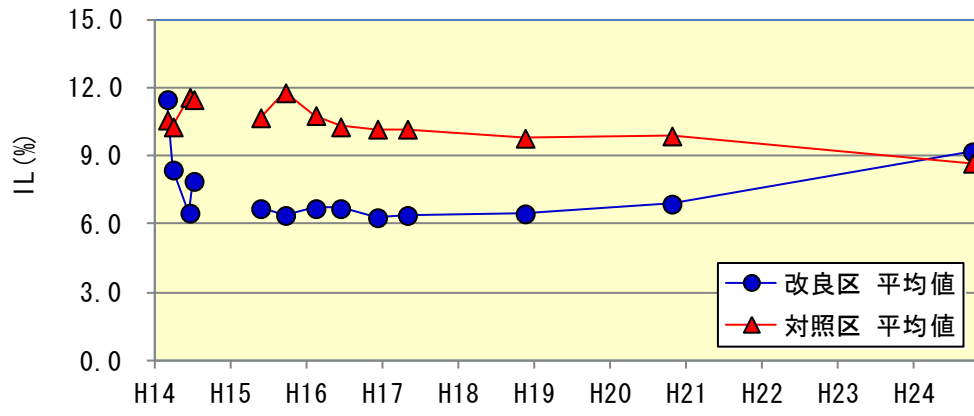
底質

Hi ビースによる改良区と対照区において、平成 14 年 2 月～平成 24 年 10 月に計 15 回、底質調査を実施しました。

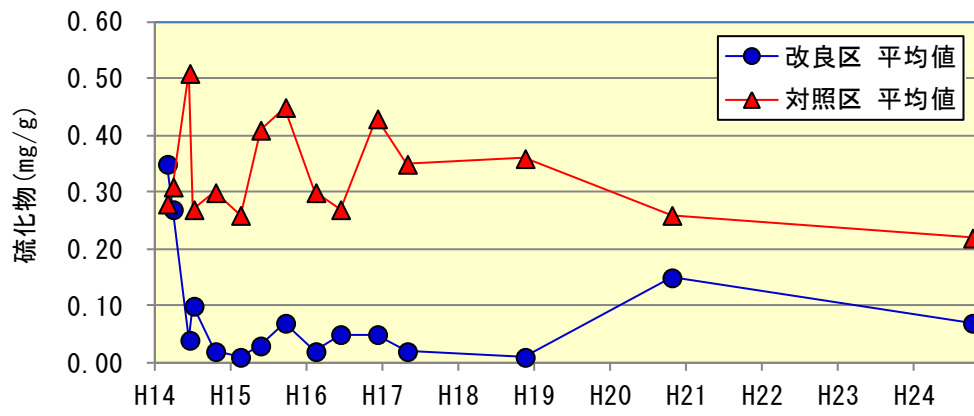
分析結果から、改良区では有機物 (COD、IL) の増加傾向がみられましたが、いまだに施工前のレベルより低く、還元的な環境に多い硫化物も低い値であったことから、Hi ビース散布以降、改良区における底質環境は良好な状態が保たれています。



COD



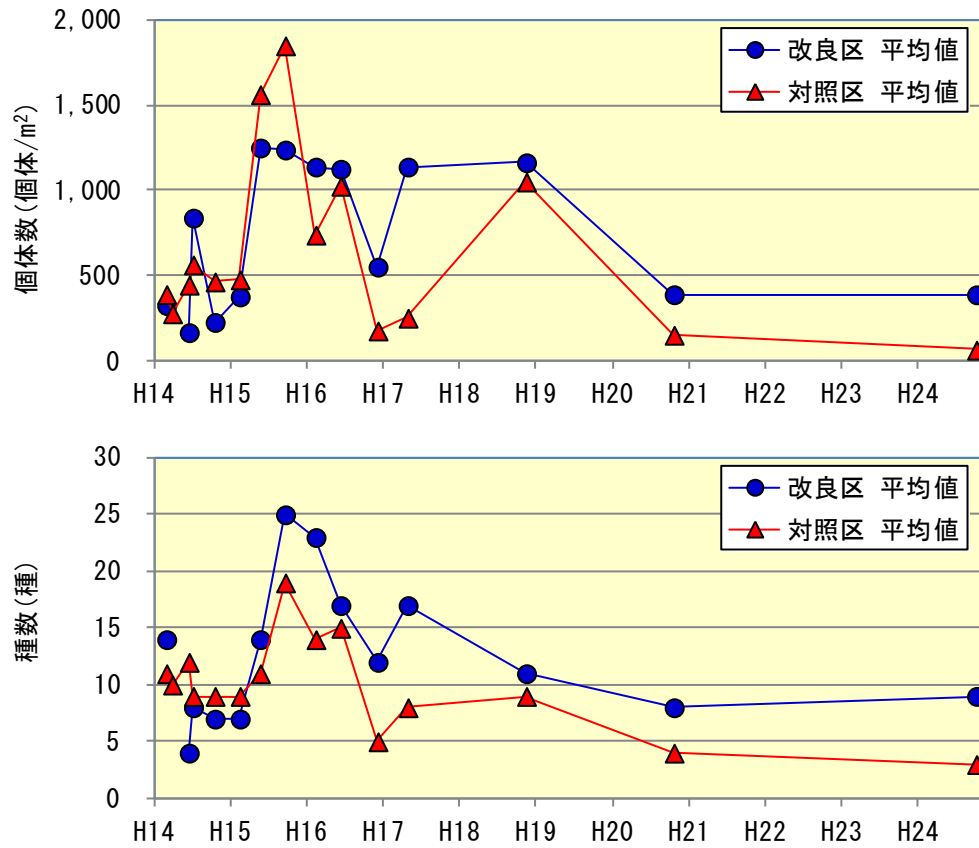
IL (強熱減量)



硫化物

底生生物

底質同様に実施した底生生物の調査結果では、対照区に対し、改良区の底生生物個体数および種数が上っており、多様な底生生物が生息していました。



魚介類

改良区と対照区において、それぞれの区域を横切る延長 100m の刺網による漁獲調査を、散布後～127 ヶ月後（平成 14 年 3 月～平成 24 年 10 月）までの期間に 42 回実施しました。（※刺網実施機関：田布施漁業協同組合）

その結果、改良区は対照区と比較して、漁獲個体数は約 1.5 倍多く確認されました。

改良区		
出現順位	魚種	個体数
1	チダイ	74
2	カワハギ	63
3	マコガレイ	41
4	コノシロ	35
5	マダイ	22
	その他37種	158
合計	42種	393

対照区		
出現順位	魚種	個体数
1	チダイ	42
2	コノシロ	34
3	マコガレイ	26
4	カワハギ	22
5	タマガンゾウビラメ	18
	その他42種	118
合計	47種	260

☆馬島漁礁地点☆

調査場所

山口県田布施町馬島地先海域



調査期間

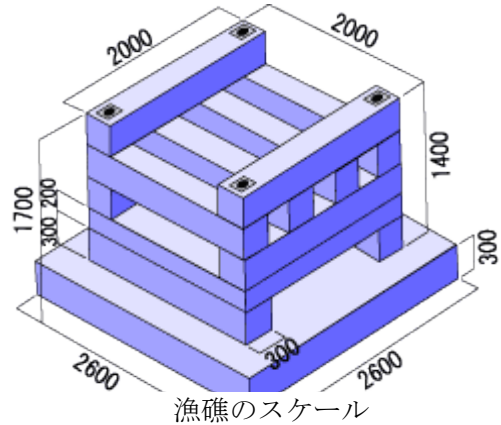
平成14年2月～平成24年10月（本年度は10月に実施）

調査内容

水質、海藻類、付着生物、漁礁沈下状況、魚介類

設置漁礁の概要

Hi ビースと同様に、火力発電所からの石炭灰を主材としたリサイクルコンクリート（NA コンクリート）による漁礁です。配合の違いにより、藻礁配合コンクリート、軽量漁礁コンクリート、低アルカリコンクリートの3タイプがあります。



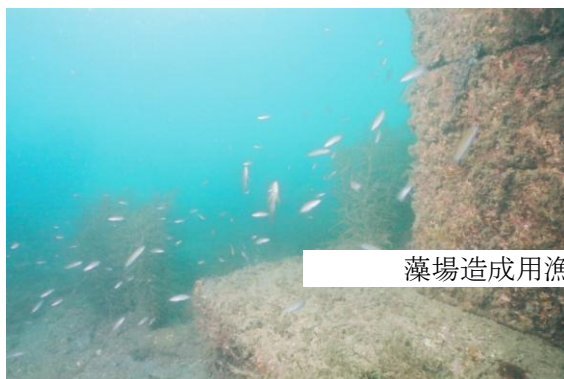
○モニタリング調査結果

藻場造成用漁礁における魚類の蝟集効果

各漁礁の開放面、空所および周辺には、主にメバル、キュウセン等が数十個体の規模で蝟集しているのが観察され、設置後約 127 ヶ月後においても、漁礁による蝟集効果が確認されました。

漁礁種類	出現部位		
	開放面	空所	周辺
藻礁配合	メバル ⁺⁺ 、ウマヅラハギ ^r 、 キュウセン ^r 、ベラ稚魚 ⁺⁺⁺	メバル ^r 、ウマヅラハギ ^r キュウセン ^r	キュウセン ⁺⁺⁺ メバル ⁺
	メバル ^r 、キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺⁺	メバル ^r キュウセン ^r	ベラ稚魚 ^r
軽量漁礁	キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺⁺	メバル ^r キュウセン ^r	キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺
	メバル ^r 、ウマヅラハギ ^r キュウセン ^r 、ホンベラ ^r	メバル ^r ウマヅラハギ ^r	メバル ^r 、マアジ ^r ウマヅラハギ ^r 、ベラ稚魚 ^r
普通	メバル ^r 、スズメダイ ⁺ キュウセン ^r 、ベラ稚魚 ⁺⁺	メバル ^r スズメダイ ^r	メバル ^r 、キュウセン ^r ホンベラ ^r 、ベラ稚魚 ⁺
	メバル ⁺ 、キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺⁺	メバル ^r 、キュウセン ^r ホンベラ ^r	メバル ⁺⁺⁺ 、キュウセン ^r ホンベラ ^r 、ベラ稚魚 ⁺
低アルカリ	メバル ^r 、キュウセン ^r ホンベラ ^r	メバル ^r 、カワハギ ^r キュウセン ^r	メバル ^r 、キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺
	メバル ^r 、キュウセン ^r ベラ稚魚 ⁺⁺⁺	メバル ^r	メバル ^r 、キュウセン ^r

注) N : 観察されず、r : 1~10個体、+ : 10~20個体、++ : 20~50個体、+++ : 50個体以上



藻場造成用漁礁の蝟集状況

軟弱地盤用漁礁における魚類の蝟集効果

各漁礁の開放面、空所に、メバル、ウマヅラハギ等が観察されました。藻場造成用漁礁と比べると個体数は少ないですが、大型のイシダイやカワハギが多く蝟集していました。

漁礁種類	出現部位		
	開放面	空所	周辺
藻礁配合	ハゼ類 _r	メバル _r 、イシダイ _r	N
	メバル _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	N
	メバル _r 、キュウセン _r	メバル _r	N
	メバル _r 、イシダイ _r	メバル _r	N
軽量漁礁	ウマヅラハギ _r 、キュウセン _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	N
	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r イシダイ _r	N
	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	N
	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	N
普通	メバル _r	メバル _r	N
	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	ウマヅラハギ _r	N
	メバル _r 、カワハギ _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	N
	ウマヅラハギ _r 、イシダイ _r	メバル _r 、ウマヅラハギ _r	ウマヅラハギ _r
低アルカリ	キュウセン _r	メバル _r	N
	N	N	N
	カワハギ _r 、メバル _r	メバル _r 、カワハギ _r 、イシダイ _r	N
	メバル _r	メバル _r	N

注) N : 観察されず、r : 1~10個体、+ : 10~20個体、++ : 20~50個体、+++ : 50個体以上



軟弱地盤用漁礁の蝟集状況

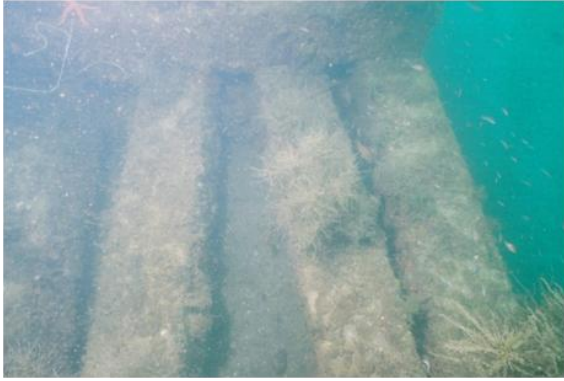
藻場造成用漁礁における海藻類

各漁礁ともホンダワラ類（ノコギリモクやイトヨレモクなど）が高い被度で確認され、藻場を形成していました。漁礁の素材ごとには軽量漁礁配合コンクリートが普通コンクリートより高い被度の海藻類が観察されました。

漁礁種類	藻礁配合 コンクリート		軽量漁礁配合 コンクリート		低アルカリ コンクリート		普通 コンクリート	
	上面	垂直面	上面	垂直面	上面	垂直面	上面	垂直面
【植物】								
ミル					+			
ヤツマタモク			5		+		+	
ノコギリモク	15	10	80	10	35	10	40	10
マメタワラ			+				+	
クロメ			5				+	
イトヨレモク			+				5	
ハイオオギ属			+					
ウミウチワ			5					
フクリンアミジ						10	+	
カギケノリ			+				+	
マクサ			+		+		+	
無節サンゴモ	5		5	5	15	20		10
ウスカワカニノテ		+	+			5		
ヒメモサズキ		+			+			
ビリヒバ		+		+	+			
イワノカワ属		+			+			
ユカリ	+		+	+	+	+	+	5
フシツナギ		+		+				+
スジウスバノリ		+	+	+	+			+
イギス科	5	+	+	+	+		+	
シマダジア		+		+	+			
ソゾ属			+	+	+		+	
フシツナギ		+		+	+			
【動物】								
ダイタイイツカイメン		+		+		+		+
海綿類	+			+	+		+	+
オオヘビガイ	10		5		5		10	5
シロスジフジツボ	5	+		+				
サンカクフジツボ	60	70	10	50	50	30	40	35
アカフジツボ	+				+			
コケムシ綱	+	5	+	+	5	+	+	+
イタボヤ					+			
エボヤ		+		+				+
シロボヤ					+			
カラスボヤ						+	+	+
ホヤ綱	+	+		+				

注) 1. 表中の数字は被度 (%)、+は5%未満を示す。

2. 垂直面の泥厚は、基礎上面を計測した。



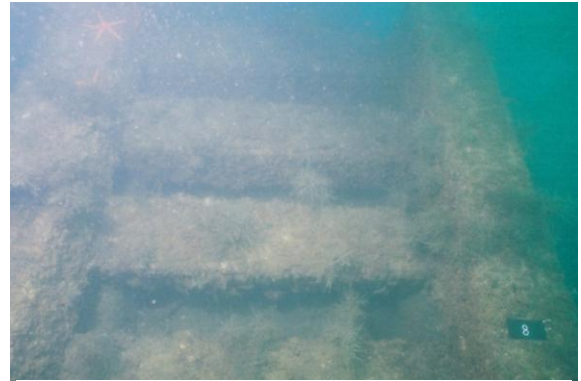
藻礁配合コンクリートの海藻状況



軽量漁礁配合コンクリートの海藻状況



低アルカリコンクリートの海藻状況



普通コンクリートの海藻状況

軟弱地盤用漁礁における海藻類

各漁礁とも2~5種の海藻類が出現していたが、いずれも小さい海藻類で藻場の形成は確認されませんでした。付着生物は、サンカクフジツボやアカフジツボが多く生息していました。

漁礁種類 (番号)	藻礁配合 コンクリート		軽量漁礁配合 コンクリート		低アルカリ コンクリート		普通 コンクリート	
	上面	垂直面	上面	垂直面	上面	垂直面	上面	垂直面
【植物】								
クロガシラ属					+			
アミジグサ	+					+		
フクリンアミジ						+		
ハイオオギ								+
モサズキ属	+				+		+	
カギケノリ	+							
カエルデグサ	+		+			+		
イギス属			+		+			
ヨツガサネ属			+					
イギス科	+	+	+	+	+	+	+	+
シマダジア			+					
コノハノリ科			+		+			
ヒメコザネ		+	+					
【動物】								
ダイタイイソカイメン	5	5		+		5		+
海綿類	+			+	+	+	+	
シロスジフジツボ		+		+		+	+	
サンカクフジツボ	40	50	20	80	20		10	90
アカフジツボ	5	5	+	5		+	+	+
コケムシ綱	+		+	+	+		5	+
イタボヤ						+		
エボヤ	+	+		+		+	+	+
シロボヤ						+	+	+
カラスボヤ	+	+			+	+	+	+
ホヤ綱		+		+		+		

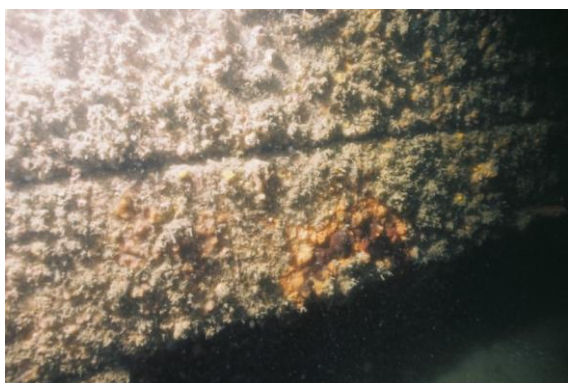
注) 1. 表中の数字は被度 (%)、+は5%未満を示す。
2. 垂直面の泥厚は、基礎上面を計測した。



藻礁配合コンクリートの付着生物状況



軽量漁礁配合コンクリートの付着生物状況



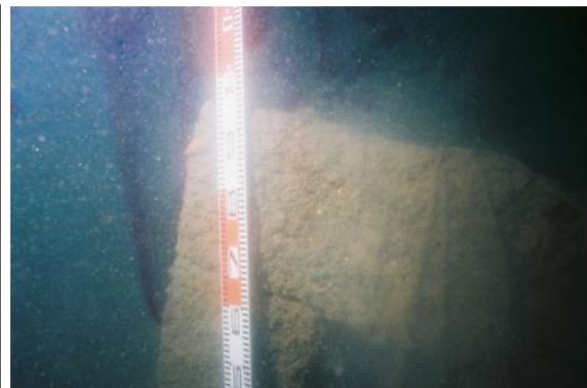
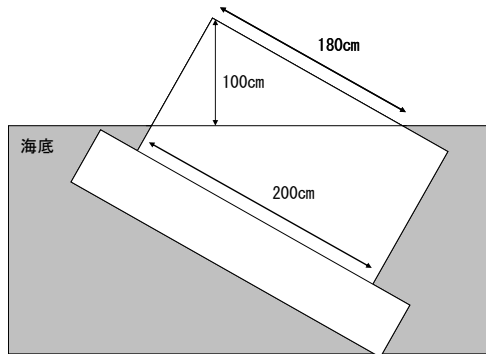
低アルカリコンクリートの付着生物状況



普通コンクリートの付着生物状況

軟弱地盤用漁礁の沈下状況

設置 127 ヶ月後の調査では、漁礁の沈下はほとんど見られなかったが、低アルカリコンクリート漁礁の 1 つが斜め方向に沈下していました。



低アルカリコンクリートの沈下状況

【まとめ】

- Hi ビーズを覆砂した改良区で、底質改善効果、底生生物の多様化が確認。魚介類も対照区と比べて多く捕獲。
- 漁礁は、藻場造成用漁礁では、魚介類の蝟集効果および海藻類の群落形成が確認。軟弱地盤用漁礁では、水深が深いこともあり、海藻類は見られなかったものの魚介類の蝟集効果が確認。

【今後の課題】

- Hi ビーズを覆砂して約 10 年が経過し、浮泥の堆積が多く観察されたことから、Hi ビーズの底質改善効果が弱くなることが想定される。そこで、次回調査では、改良区の浮泥の堆積状況を詳細に調査すると共に、この堆積厚の違いによって、どの程度改善効果に違いが把握する必要があるだろう。
- 藻場造成用漁礁では、多くの海藻類を観察できたが、本年度の調査季節は海藻類の衰退期に当たる秋季であったため、最も海藻類が繁茂する季節である春季の評価ができていない。次回調査では、海藻類の季節的な変動を捉え、漁礁による藻場形成の効果を十分に評価するため、四季でのモニタリングを行うことを提案する。
- 軟弱地盤用漁礁では、水深が深く、浮泥が多いため海藻類の生長に適さない環境であることが考えられた。そこで、この地点における海藻類の評価は行わず、魚介類および付着生物などの評価を重点的に行うことが必要であろう。例えば、付着生物の詳細な出現種と生物量を調べ、そこから、高次の魚介類など捕食者との関係を推察ができると考えられる。また、今回調査で、1 基の漁礁沈下が確認された。この沈下の原因を突き止めることで、今後、沈下を防ぐ方法・対策を立てることが可能になるだろう。