

## 藻場・干潟の再生、創出支援事業完了報告書

特定非営利活動法人アマモ種子バンク

### 1. 事業の目的

河川に堆積した土砂を浚渫し、有効利用することが検討され、その一つに漁場環境を改善するためにヘドロ化した海底の覆砂、藻場・干潟、浅場の造成に浚渫土砂を用いることが提案されているが、費用対効果(造成規模と漁獲量の増加)が明確でなく、事業化されるまでには至っていないのが現状です。

そこで、20 年以上安定した自生アマモ場で生態系に関わる生物調査(小型地曳網による比較的大形の遊泳生物調査、アマモ場の葉上・付着生物調査、底生生物調査)を行い、アマモ場の生態系全体を把握し、アマモ場の生物多様性を検討する。また、この安定したアマモ場に隣接し、ヘドロ化した海域を河川浚渫土砂で覆砂した浅場で、新たにアマモ場再生事業を行い、安定したアマモ場と同様の生物調査をアマモ場の造成状況(藻場面積、生育密度)に合わせて継続して行い、安定したアマモ場と新たに造成されたアマモ場での調査結果から二つのアマモ場の類似度を比較検討し、新たに造成したアマモ場での生態的機能の回復・創生過程を明らかにする。

以上の調査、検討を継続して行い、新たに造成したアマモ場で安定した生態系が形成されるには、どの程度の藻場面積と期間(年月)が必要か、そして、アマモ場造成による漁獲量の増加を推定する基礎資料を得ることが目的です。

### 2. 魚住沖浅場でのアマモ場造成

図-2.1 に示す明石市魚住の沖合いに加古川の浚渫土を投入し造成された浅場で、金網法による自生アマモ株の移植およびアマモパック法によるアマモ種子の播種により、それぞれ 25 m<sup>2</sup>のアマモ場造成を以下のように行なった。

日時：平成 30 年 1 月 14 日(日) 9:30～15:30

(11 月 11 日、12 月 16 日を予定したが天候不順のため中止・順延し、1 月 14 日に実施した。)

場所：江井ヶ島海水浴場前の自生アマモ場 (アマモ株の採取)

江井ヶ島漁協前岸壁 (アマモ株の金網への固定作業、アマモパックの作成作業)

魚住沖浅場 (金網法によるアマモ株の移植およびアマモパックによるアマモ種子の播種)

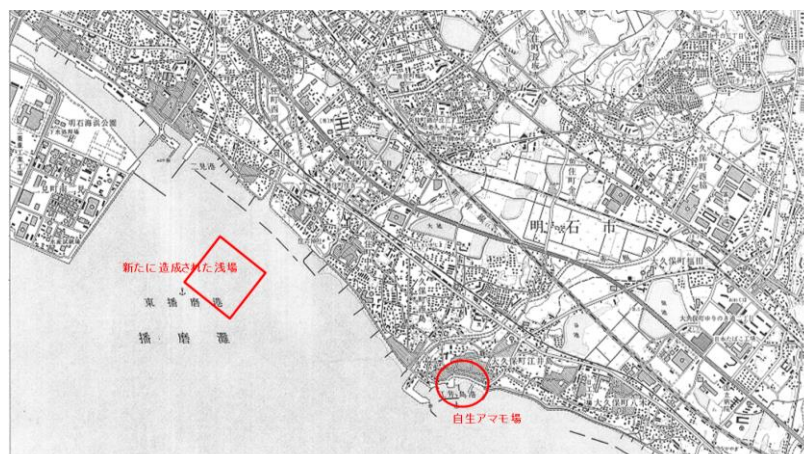


図-2.1 アマモ場再生事業海域

## 2.1 金網法によるアマモ株移植準備

### (1) アマモ株の採取

NPO 法人環境教育技術振興会の4名のダイバーにより、江井ヶ島海岸の自生アマモ場でアマモ株(栄養株)を採取した。

採取株数は金網1枚に2~4株として約500株で、採取は一箇所からではなく、密生しているアマモ場全体から間引くように採取した。

### (2) 金網によるアマモ株の固定

移植したアマモ株が波、流れにより流失しないよう、図-2.1.1に示す作業手順でアマモの地下茎を金網に挟み込み、移植します。

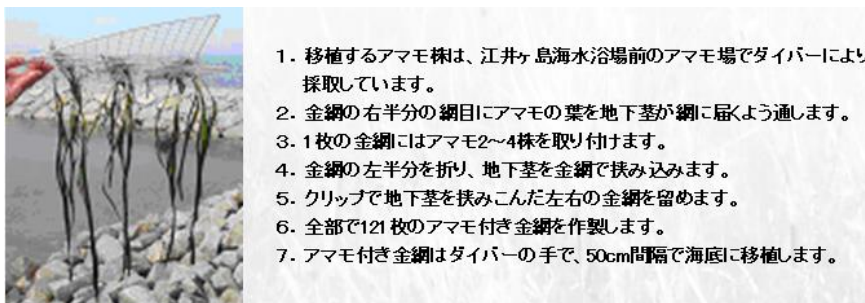


図-2.1.1 金網法によるアマモ株の移植（準備作業）

## 2.2 アマモパック法による金網法によるアマモ種子の播種準備

### (1) アマモ種子

使用したアマモ種子は平成29年6月11日、江井ヶ島海水浴場前の自生アマモ場で採取したものを使用した。

### (2) アマモパックの作成

アマモパック法は山口県水産研究センターが開発された播種法で、アマモ種子を砂に混ぜたものをガーゼで包み込み、船上から海中に投入するものです。そして、アマモパックが波、流れで動かないよう重しとして小石を中に入れますが、今回はダイバーが直にアマモパックを海底に埋めますので小石は入っていません。

アマモパックの作成手順を図-2.2.1に示す。



図-2.2.1 アマモパック法によるアマモの種まき（作成手順）

## 2.3 アマモ栄養株の移植およびアマモパック法による播種によるアマモ場造成

当初計画では昨年度(H28. 12. 18)にアマモ株を移植した位置で図-2.3.1 のように行う予定であったが、3度転船してダイバーに船アンカーからのサークル・リサーチをかけて移植アマモ株を探してもらったが、確認できなかった。このため、最後の地点で図-2.3.1 に示すようにアマモ栄養株の移植およびアマモパック法による播種を行った。

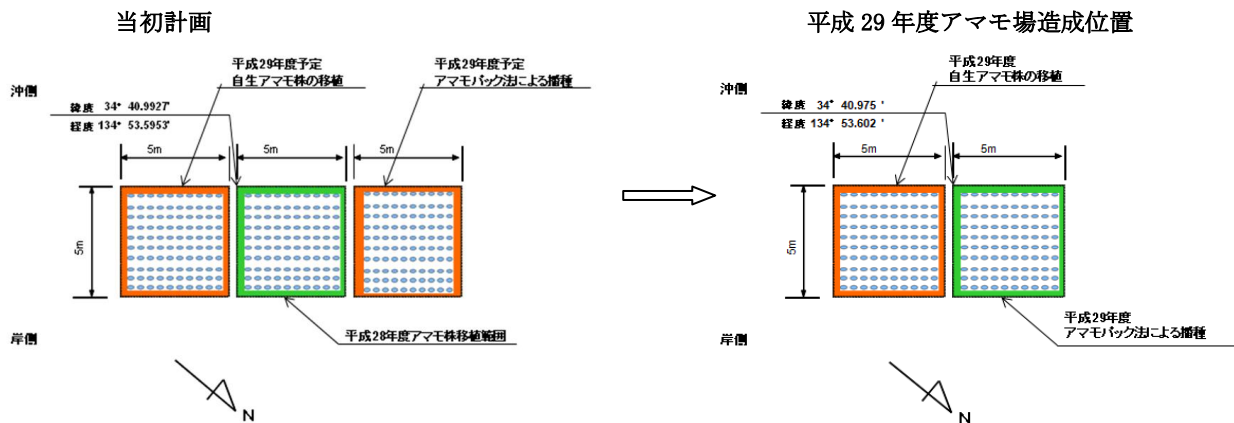


図-2.3.1 平成29年度アマモ場造成位置

ダイバー作業の様子を写真-2.3.1～写真-2.3.3 に示す。



写真-2.3.1 アマモ栄養株の移植

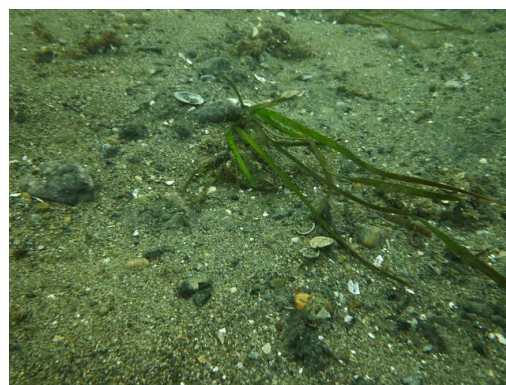


写真-2.3.2 移植後のアマモ栄養株



写真-2.3.3 アマモパックによる播種

## 3. 造成アマモ場の追跡調査

### 3.1 第1回調査

図-2.3.1 に示す造成浅場に昨年度(H28. 12. 18)移植したアマモ株の生育調査を以下のように行った。

日時：平成29年8月11日(金) 9:00～14:30

場所：魚住沖浅場

平成 29 年 2 月 25 日の調査時点で確認できたアマモ株が生残しているかが心配でしたが、30 株以上のアマモが生残していました。（写真-3.1.1）

潜水調査したダイバーによると、移植した 5m×5m 区画の南西部には 30 株以上まとまって生残しており、区画内は疎らに生残しているとのこと。

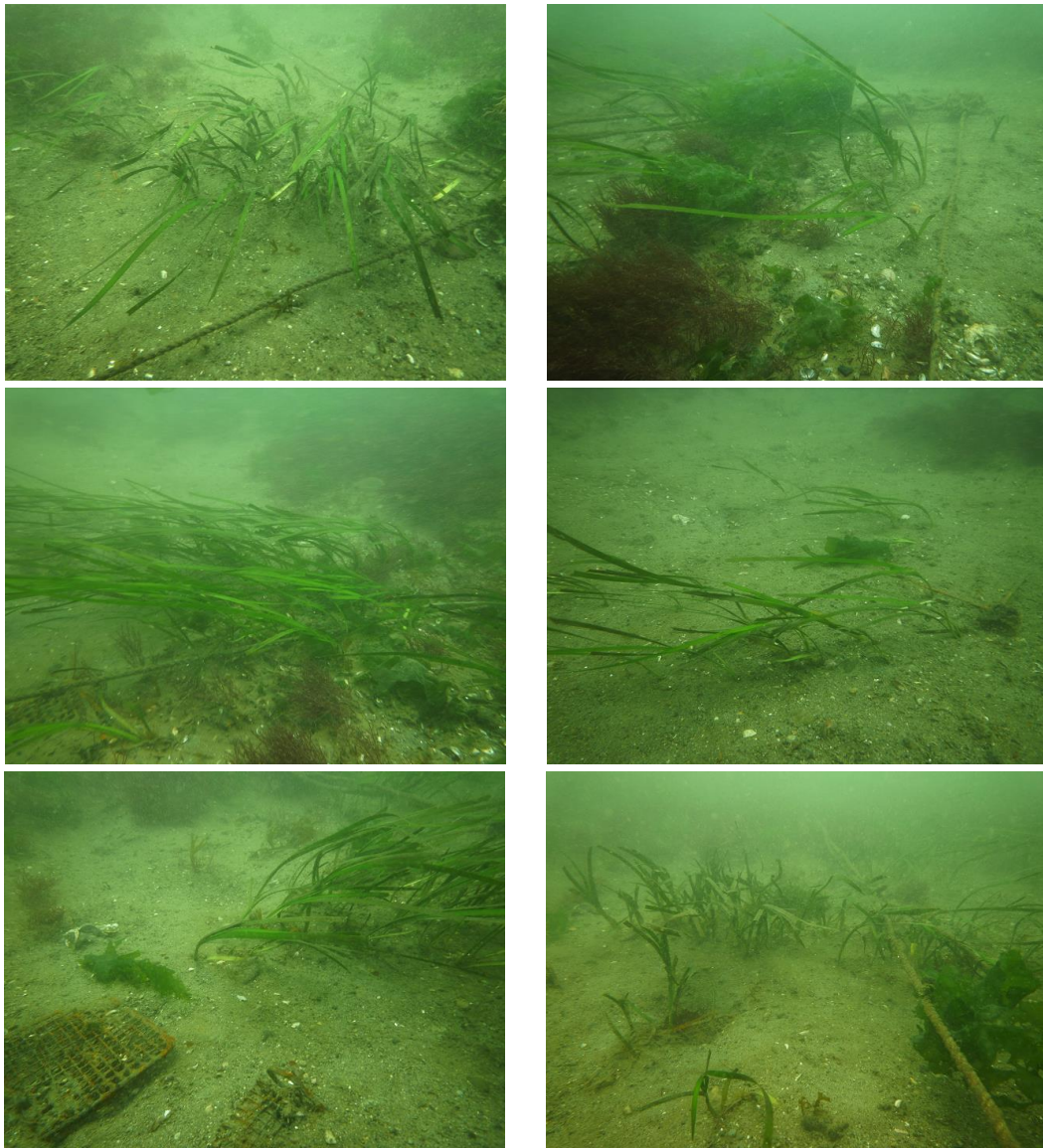


写真-3.1.1 アマモ造成区域内で生残しているアマモ

なお、アマモ移植区域を示す丁張用のロープが破断して、波、流れにより振れ回り、ロープがアマモの葉に絡みつくと恐れがあるため、全て撤去した。そして、アマモ場造成地を示す目標として、南西端のロープ止め鉄杭(首下 50cm)にペットボトルを取り付けた。

### 3.2 第 2 回調査

昨年度 (H28. 12. 18) 移植したアマモ株の生育調査をアマモ場造成時に以下のように行った。

日時：平成 30 年 1 月 14 日 (日) 9:00～15:30

(11 月 11 日、12 月 16 日を予定したが天候不順のため中止・順延し、1 月 14 日に実施した。)

場所：魚住沖浅場

2. 節でも述べたが、3 度転船してダイバーに船アンカーからのサークル・リサーチをかけて移植アマモ株、目印とした鉄杭(首下 50cm)とペットボトルを探すも、確認できなかった。

浅場砂表面には砂漣も見られないことから表層砂の波浪による移動はなく、波浪によりアマモが砂に埋まる、砂が移動し地下茎ごと流失することは考えられない。また、大潮時の強い流れで表層砂が大きく

移動することも考えられず、現段階では原因を特定できていない。

### 3.3 第3回調査

昨年度(H28.12.18)移植したアマモ株と今年度(H30.1.14)移植したアマモ株およびアマモパックで播種した種子から発芽したアマモの生育調査を以下のように行った。

日時：平成30年3月3日(土) 9:15~13:30

場所：魚住沖浅場

昨年度(H28.12.18)移植したアマモ株は第2回調査と同じくアマモ株を確認できなかった。

今年度(H30.1.14)移植したアマモ株は写真-3.3.1に示すように生残している。



写真-3.3.1 生残しているアマモ株 (H30.1.14 移植)

アマモパックで播種したアマモ種子からの発芽・生育状況は未だ確認できなかった。

## 4. 生物調査と底質調査

生物調査と底質調査を第1回追跡調査(H29.8.11)時に合わせて行った。

魚住沖浅場と江井ヶ島海岸での調査位置を図-4.1、図-4.2に示す。

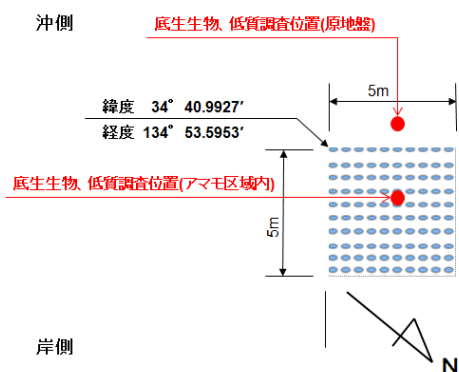


図-4.1 調査位置(魚住沖浅場)



図-4.2 調査位置(江井ヶ島海岸)

なお、昨年度と同じく魚住沖浅場のアマモ場造成区域でのアマモ葉上・付着生物調査はアマモ場造成を優先するとして実施しなかった。

### 4.1 底質調査

魚住沖浅場でアマモ場造成区域内・外と江井ヶ島海岸の自生アマモ場内の3か所で、底質調査のための試料をコアサンプリングした。(写真-4.1.1)



魚住沖浅場(造成区域外)



魚住沖浅場(造成区域内)



江井ヶ島海岸の自生アマモ場内



写真-4.1.1 底質試料のサンプリング

採取した試料で粒度分析を行った結果を図-4.1.1に示す。なお、同図には平成26年8月3日に行った事前調査での魚住沖浅場での粒度分析結果も合わせ示している。

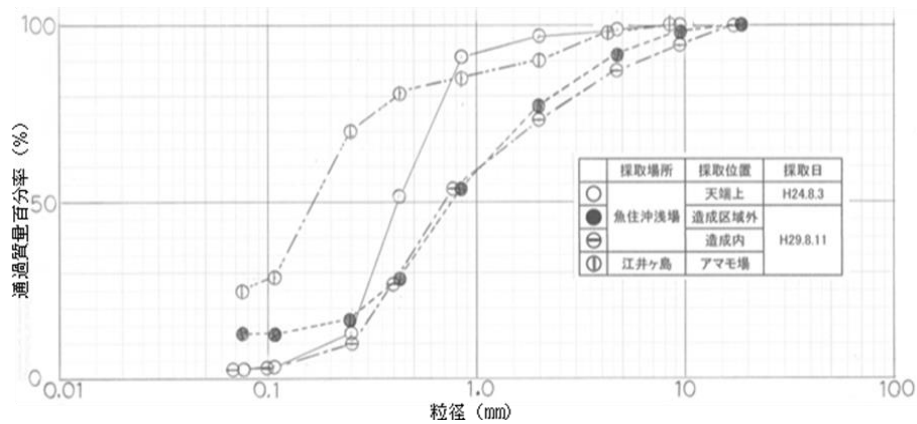


図-4.1.1 底質の粒度分析結果

また、強熱減量と密度についても試験した結果を表-4.1.1に示す。

表-4.1.1 底質のILと密度試験結果

測点	項目	IL	密度
		%	g/cm <sup>3</sup>
魚住沖浅場	造成区域外	3.5	2.60
	造成内	2.0	2.60
江井ヶ島海岸	アマモ場	3.0	2.64

図-4.1.1で魚住沖のアマモ場造成区域内外の結果(○、●)をみると、造成区域外の方が区域内より0.425mm以下の細粒分が多いが、0.425mm以上ではほぼ同じである。アマモ場ではアマモにより浮遊している細粒分がトラップされ細粒分が増えると言われていることと相反する。

また、表-4.1.1で強熱減量(IL)の値をみると区域外の方が大きく、有機物が区域内より多く含まれていることになるが、浅場上には多くの海藻類が浮遊、体積しており、試料採取の位置などにより大きく左右されると考えられ、今後も引き続き調査していく必要がある。

#### 4.2 アマモ葉上・付着生物調査

江井ヶ島海岸の自生アマモ場で行ったアマモ葉上・付着生物調査の結果を表-4.2.1に示す。

表-4.2.1 アマモ葉上・生物調査結果

単位：個体数：湿重量(g)/全量，+は0.01g未満 (採取面積 φ70cmネット)

No.	門	綱	目	科	学名	和名	測点 アマモ重量(g) 篩目合						
							自生地① 171.9						
							1mm以上		0.5-1mm				
個体数	湿重量	個体数	湿重量										
1	刺胞動物門	花虫綱	イシツバク目	-	Actinaria	イシツバク目							
2	扁形動物門	渦虫綱	多岐腸目	-	Polycladida	多岐腸目	4	0.01	6				
3	紐形動物門	-	-	-	NEMERTINEA	紐形動物門	1	+	9			0.01	
4	外肛動物門	裸喉綱	櫛口目	アロコウ科	Vesiculariidae	アロコウ科			*			+	
5			管口目	アコウ科	Bugula neritina	アコウ科	*	0.02	*			0.01	
6				アコウ科	Cabereidae	アコウ科			*			+	
7	軟体動物門	腹足綱	古腹足目	カンサカ科	Cantharidus sp.	カンサカ属	2	+	6			+	
8					Alcyna ocellata	オセルガイ			2			+	
9					Tricolia variabilis	ベコノイ	2	+	8			0.01	
10			盤足目	ウキカ科	Alava picta	シマウキカ	11	0.03	6			+	
11				ウキカ科	Lacuna sp.	ウキカ属	4	0.01	1			+	
12				ウキカ科	Barleeria angustata	ウキカ	3	+	50			0.02	
13			頭楯目	アトウカ科	Haloa japonica	アトウカイ			9			0.01	
14			アメラシ目	アメラシ科	Petalifera punctulata	ウミメクラ	55	0.50	14			0.01	
15			裸鰓目	-	Nudibranchia	裸鰓目			2			+	
16		二枚貝綱	イガイ目	イガイ科	Musculista senhousia	ホトキスカイ	1	+					
17	環形動物門	多毛綱	ハコウガイ目	ウロコ科	Harmothoe sp.	Harmothoe sp.	1	+					
18				ウロコ科	Platynereis bicanaliculata	ウロコガイ			1			+	
19				ウロコ科	Spirorbinae	ウロコガイ亜科			452			0.22	
20	節足動物門	(甲殻亜門)	アミ目	アミ科	Mysidae	アミ科			1			+	
21			オビ目	オビ科	Zeuxo sp.	オビ属			5			+	
22			端脚目	オビコト科	Aoroides sp.	オビコト属			6			+	
23	脊索動物門	絨綱	-	-	ASCIDIACEA (colonial)	絨綱(群体性)			*			+	
合計							24	0.62	579	0.29			
種類数							11		21				

#### 4.3 底生生物調査

底生生物調査試料を底質調査と同じく魚住沖浅場でアマモ場造成区域内・外と江井ヶ島海岸の自生アマモ場内の3か所で試料を採取した。(写真-4.3.1)



魚住沖浅場(造成区域外)



魚住沖浅場(造成区域内)



江井ヶ島海岸の自生アマモ場内

写真-4.3.1 底生生物試料のサンプリング

調査結果を表-4.3.1に示す。





各指数は以下により求めた。

多様度指数

Simpson の多様度指数

$$1 - \lambda = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 = 1 - \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \quad 0 \leq 1 - \lambda < 1$$

S, 種数;  $n_i$ ,  $i$  番目の種の個体数; N, 全個体数

Shannon-Wiener の多様度指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad 0 \leq H'$$

S, 種数;  $n_i$ ,  $i$  番目の種の個体数; N, 全個体数

類似度指数

Jaccard の類似度指数

$$J = \frac{c}{a + b - c} \quad 0 \leq J \leq 1$$

a, b, サンプル A, B に含まれる種数; c, A と B に共通に含まれる種数

Bray-Curtis の類似度指数

$$\delta_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^S |n_{Ai} - n_{Bi}|}{N_A + N_B} \quad 0 \leq \delta_{AB} \leq 1$$

$n_{Ai}$ , サンプル A の  $i$  番目の種の個体数;  $N_A$ , サンプル A の全個体数  
( $n_{Bi}$ ,  $N_B$  も同様); S, 全種数

## 5.1 葉上・付着生物

江井ヶ島海岸・自生アマモ場と魚住沖浅場・アマモ場造成区域で造成したアマモ場での葉上・付着生物について比較検討したいが、現時点ではアマモ場再生を優先しているため、アマモ場造成区域での調査は中止している。このため、江井ヶ島海岸の自生アマモ場の多様度のみを検討した。

### (1) 多様度

多様度指数の結果を昨年度(平成 28 年度)の結果と合わせて表-5.1.1 に示す。

表-5.1.1 多様度指数 (アマモの葉上・付着生物)

調査日	Simpson: $1 - \lambda$		Shannon-Wiener: $H'$	
	江井ヶ島	魚住沖浅場	江井ヶ島	魚住沖浅場
	自生アマモ場	アマモ場造成区	自生アマモ場	アマモ場造成区
平成28年8月8日	0.913		4.050	
平成29年2月25日	0.849		3.046	
平成29年8月11日	0.523		0.669	

また、採捕した種数、個体数と刈り取ったアマモの湿重量を表-5.1.2 に示す。

表-5.1.2 アマモの葉上・付着生物の種数と個体数

調査日	江井ヶ島・自生アマモ場		魚住沖浅場・造成アマモ場		共通種数	採取アマモ湿重量(g)	
	種数	個体数	種数	個体数		自生アマモ場	造成アマモ場
平成28年8月8日	28	163				263.87	
平成29年2月25日	11	26				17.49	
平成29年8月11日	23	668				171.90	

表-5.1.2 より、今年度と昨年度の 8 月(夏季)を比較すると、今年度の種数は昨年度より少ないが、個体数は昨年度の 4 倍以上と非常に多い。これは、表-4.2.1 をみるとウズマキゴカイの個体数が 452 個体と全体数の 2/3 を占めるほどアマモ葉上に多量に付着していたため、このため、表-5.1.1 で多様度指数をみると、今年度の 8 月(夏季)は Simpson の指数では  $(1-\lambda) < 0.8$ 、Shannon-Wiener の指数では  $H' < 3.0$  であり、自生アマモ場の生物相は豊かではないという結果になっている。

## 5.2 底生生物

図-4.1、図-4.2 に示す江井ヶ島海岸の自生アマモ場、魚住沖の造成アマモ場区域内外の 3 地点の底生生物結果(表-4.3.1)より、各地点での生物多様度指数と各地点間の類似度指数を求めた。

### (1) 多様度

底生生物の種数と個体数、多様度指数の算定結果を昨年度の結果も合わせて表-5.2.1、表-5.2.2.に示す。

表-5.2.1 底生生物の種数と個体数

調査日	江井ヶ島		魚住沖浅場			
	自生アマモ場		アマモ場造成区		造成区域外	
	種数	個体数	種数	個体数	種数	個体数
平成28年8月8日	47	647			42	1884
平成29年2月25日	39	1403	36	197	28	218
平成29年8月11日	39	1111	46	496	59	894

表-5.2.2 多様度指数 (底生生物)

調査日	Simpson: $1-\lambda$			Shannon-Wiener: $H'$		
	江井ヶ島	魚住沖浅場		江井ヶ島	魚住沖浅場	
	自生アマモ場	アマモ場造成区	造成区外	自生アマモ場	アマモ場造成区	造成区域外
平成28年8月8日	0.932		0.441	4.57		1.90
平成29年2月25日	0.876	0.907	0.865	3.65	4.22	3.62
平成29年8月11日	0.680	0.771	0.916	2.87	3.58	4.50

表-5.2.2 より今年度 8 月(夏季)の結果をみると、Simpson、Shannon-Wiener、Shannon-Wiener のいずれの値も大きい方から魚住沖浅場造成外、魚住沖浅場造成内、江井ヶ島の自生アマモ場の順であり、想定に反して自生アマモ場が一番生物相が豊かでないという結果である。

このことは表-5.2.1 をみると、個体数は最も多く、種数は最も少ないことと一致する。また、多様度指数に影響する最大個体数と総個体数の割合を表-4.3.1 でみると、自生アマモ場ではマナコチマキで 55.1%、魚住沖アマモ場造成区ではドロクダムシ科で 46.4%、造成区外ではホトトギスガイが 23.9% であり、この最大個体数も影響していると思われる。

### (2) 類似度

各地点間の類似度指数の結果を昨年度の結果も含め表-5.2.3 に示す。

表-5.2.3 類似度指数（底生生物）

調査日	江井ヶ島	魚住沖浅場		Jaccard: J	Bray-Curtis: $\delta$	共通種数
	自生アマモ場	アマモ場造成区	造成区外			
平成28年8月8日	○		○	0.203	0.881	15
平成29年2月25日	○	○		0.250	0.895	15
	○		○	0.264	0.859	14
		○	○	0.488	0.643	21
平成29年8月11日	○	○		0.197	0.930	14
	○		○	0.241	0.860	19
		○	○	0.364	0.683	28

表-5.2.3 より、江井ヶ島・自生アマモ場と魚住沖浅場・アマモ場造成区域内外との類似度をみると、今年度の結果も  $J < 0.25$ 、 $\delta > 0.85$  で類似度は小さい。一方、魚住沖浅場のアマモ場造成区域内外の類似度をみると、昨年度と同じく  $J$  値が 0.364、 $\delta$  値が 0.683 と類似度は高くなるが、これは表-5.2.3 で共通種数をみると 28 種と多くなっていることによると考える。

## 6. 事業の成果と今後の課題

### 6.1 事業の成果

魚住沖浅場に昨年度移植したアマモ株の追跡調査で、平成29年8月11日迄は生残が確認されたが、平成30年1月14日には確認できなかった。これより、今年度移植したアマモ株および播種した種子から発芽・生育したアマモが生残し、根付くかどうか不確実であり、本事業で成果を得たとは言えず、今後の追跡調査の結果を待ちたい。

### 6.2 今後の課題

昨年度移植したアマモ株の生残が確認できなかった原因が何かを解明することが課題である。その一つとして波、流れによる浅場表層部の砂移動が挙げられるが、簡便な現地測定方法がないか検討する。

また、浅場上に創出された新たなアマモ場での新たな生態系の創生過程の検討もアマモが根付いてのことであり、調査よりアマモ場の創出を優先することも検討する。

アマモ場造成が魚住沖であり、直接手にし、目にすることがなく、時期的にも寒い時期であるため、イベント参加者は少ない。どうすれば、より多くの方に興味、関心を持って頂けるかを検討する。