

## 5-(1) 中海水産資源生産力回復調査

渡辺秀洋

### 目的

中海では国土交通省により水質浄化を目的とした浅場造成（米子市大崎地先等）が進められている。水産試験場では、平成24年8月以降当該浅場において、マハゼ等の水産資源の育成場としての評価を含めた生物調査を実施している。さらに、造成した浅場を水産資源の生産の場として活用する方策や中海の浅場に出現するマハゼ幼魚を活用した養殖の事業化について検討する。

### 方法

#### (1) 生物モニタリング

##### 1) 水質調査

調査地点は造成浅場（米子市大崎地先）のst.1及び対照区としてst.2の2か所とした（図1）。両地点の水深1.0m程度の砂地で、各月の上、中、下旬の3回、YSI-Model185（YSI ナノテック社製）を用いて、底層付近の水温、塩分、D0（溶存酸素）を測定した。また、水温・D0 ロガー（環境システム（株）販売、mini Do2T）を令和3年9月1日から12月7日までの83日間（9月16日7時～9月27日16時及び10月15日15時～10月21日16時を除く）、st1の簡易構造物周辺の水深1.5mの海底直上10cmに設置し、10分間隔で水温とD0の連続計測を行った。



図1 調査位置図

##### 2) 魚類採集調査

調査年の4月～9月まで毎月1回、図1に示したst.1とst.3付近において、サーフネット（1×5m、目合い1mm）を約50メートル曳網し、生物採集を行った。

#### (2) 簡易構造物の構造の違いによるマハゼ育成場としての効果

マハゼの簡易構造物による育成場（隠れ場・餌

場機能）を創出するため、構造の違いによるマハゼ利用度の相違が生じるか検証するため、構造の違う3型礁を、st.1周辺の水深約1.5mに設置し（図5）、4月から12月の月1回、潜水調査を行い、出現したマハゼの尾数を把握し検討した。また、各礁の間隔は3mとした。

- a パイプ型礁 平成30年度に作成した市販コンクリートブロック8個（幅390mm×奥行100mm×高さ190mm）の下部に塩化ビニルパイプ（直径20～30mm×1m、同径×6cm）を敷いたブロック礁（以下、「パイプ型」という）（1.3㎡/基；図2）2基
- b 改良型礁 令和2～3年度にパイプ型礁の塩化ビニルパイプの代わりにコンクリートスペーサー（50×50×40mm）を同コンクリートブロックに複数個接着させた試験ブロックのうち、マハゼの隠れ家として効果の高かったA、B、C、Eの4タイプ（以下「改良型」という。）（1.3㎡/基；図3）の各1基
- C 瓦礁 新たに瓦を16枚使用した瓦礁（1.3㎡基；図4）の3基

なお、簡易構造物設置の対照区（同構造物から約10m離れた砂地15㎡について、平成30年度調査（6月から12月まで毎月1回）の結果、6月にハゼ科魚類を2尾確認したのみで、マハゼは確認されなかったため、簡易構造物に出現したマハゼを、そのまま簡易構造物の設置による効果とした。

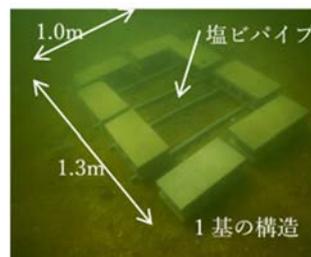


図2 パイプ型礁の構造

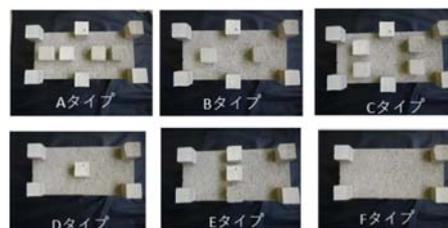


図3 改良型の断面図

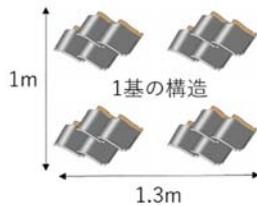


図4 瓦礁の構造



図5 簡易構造物の設置位置

(3) 簡易構造物のマハゼ漁場としての効果検証

簡易構造物周辺がマハゼの漁場として利用可能かどうか検証することを目的に、令和3年9月30日から10月1日及び令和3年10月21日から10月22日の2回の刺網調査を実施した。

刺網調査は、長さ約26m高さ約0.7m、目合い3cmのナイロンの一重網を使用し、岸に平行に3m間隔で配置させた前述(2)に用いた簡易構造物(パイプ型礁3基、改良型礁A~F各1基の計9基)の岸側と沖側を挟むように設置した。

なお、刺網の設置時間は、17時30分頃から翌日の朝7時過ぎとした。

また、網入れ前と網回収前には潜水による目視調査を行い、マハゼの生息状況を確認した。

さらに、10月22日の調査では、刺網回収直後に水試職員3名による一本釣りによる釣獲調査(約90分間)を実施した。

(4) テナガエビの生息調査

造成浅場周辺域におけるテナガエビの生息状況を把握するため、次の3か所(彦名の承水路、大崎(st.1)、崎津漁港内の水深約0.5m)にコンクリートブロック(幅390mm×奥行100mm×高190mm)を1か所につき約15個を乱積みにし、当ブロック内に生息するテナガエビの量を把握した(図6)

調査は、令和3年6月から12月の月1回実施し、3か所でブロックを1個ずつ持ち上げては網(モジ網; 5,150mm×1,600mm, 目合い2mm)で受け、ブロックに付着した生物を網内に振り落としとして採集した。



図6 テナガエビ生息調査地点

(5) マハゼ養殖試験(平成30年~)

1) 種苗採集

マハゼ陸上養殖の可能性を探るため、境港市の企業Sと事業化を見据えた養殖試験を共同で実施した。境港市の夕日丘地先周辺で5月10日から6月2日にかけて、1日あたり約90分間、計6日間、調査員2名でサーフネット(0.8×9m、目合い4mm)を曳網し、養殖種苗とするマハゼ幼魚を採集した。なお、採集したマハゼ幼魚は、一時的に試験場内の水槽で収容した後、企業Sの水槽へ搬入した。

2) 養殖試験

採集したマハゼの幼魚計2,133尾を、企業Sの6トン水槽に移して、養殖試験を5月21日から開始した(図7)。飼育水は塩分濃度2PSUの井戸水で、これを25℃前後に加温し、かけ流し方式とした。成長を把握するため、7月から11月にかけて月1回程度、ランダムに30ないし100尾を取り上げ、体長、体重を測定した。



図7 養殖試験の様子

結果

(1) 生物モニタリング

1) 水質調査

st.1の底層における水温、塩分、D0の推移をそれぞれ図8から図10に示す。

水温は、8月中旬から9月上旬まで平年を1.7~3.3℃下回り、2月上旬及び2月下旬にも低い値

(平年差 2.1°C, 3.2°C) を示した。

一方, 10月上旬から10月中旬は平年より1.7~2.9°C, 2月中旬は3.4°C高い値を示した。

塩分は, 4月から5月中旬まで平年より高い値(平年差 5~6PSU) を示した。一方, 5月下旬から10月上旬まで平年より低い値(平年差 2~20PSU) となり, 10月以降は高めに推移した(平年差 1~6PSU)。

DO は概ね 7mg/L 以上を示し, 3mg/L 以下の貧酸素水塊は確認されなかった。

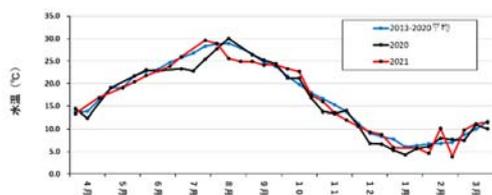


図8 水温の推移

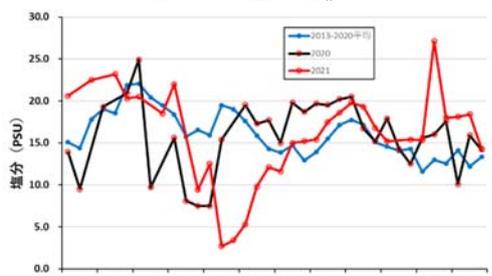


図9 塩分の推移

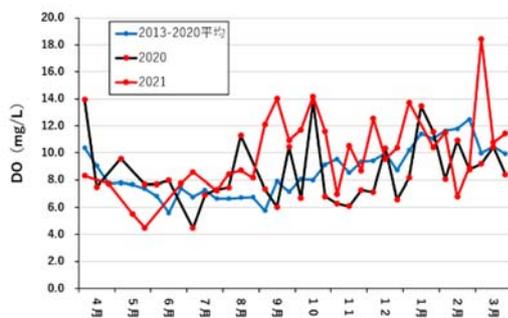


図10 DOの推移

一方, DO ロガーによる溶存酸素計測においては, 総測定時間 1,932 時間の 21.6% が貧酸素 (3mg/L 以下) であった。

9月9日から9月15日にわたり貧酸素が続く時間帯が多く認められたが, 9月16日の潜水調査でこれまでどおりにマハゼ等の魚類を確認できたため, 魚類はどこかに退避していた可能性が考えられた。

造成浅場の沖合には中・底層に貧酸素水塊が常態化している箇所があり, この貧酸素水塊が島根

県のホームページ

{ ([https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/kawa\\_mizuumi/kaisetu/sinjiko\\_nakaumi6.html](https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/kawa_mizuumi/kaisetu/sinjiko_nakaumi6.html)) , March 2022} に示されているような貧酸素水塊が風等の影響で振動し浅い所へ這い上がる現象が認められるか確かめるため, 気象庁のホームページから米子地区における1時間ごとの風向・風速データを入手し, DO測定値を1時間平均に修正し, エクセルアドイン, 風向ベクトル図作成 (wdVector97.xla) Ver. 2.8 を用いて風向・風力をベクトルで示し, DO値と対比させ代表的な事例を図示した(付表8)。その結果, 一定量の北東系の風が連続して吹くと, DO値が低下していく事例が多く認められ, 沖合からの貧酸素水塊の流入の可能性が考えられる。

## 2) 魚類採集調査

サーフネットにより採集された魚類は9科21種, 採集尾数は993尾であった。出現した種数は過去3か年平均の22種と同等であった(図11)。一方, 採集尾数は平成29年以降, 減少傾向にあった。その内訳を見ると, ハゼ科魚類は12種959尾, ハゼ科以外の魚類は9種34尾であり, 採集された魚類の96.6%はハゼ科魚類で占められた(図12)。

本年度のマハゼ採集尾数は5尾(昨年比26.3%であった)。採集尾数の大部分を占めたのはニクハゼとチチブ属及びビリングゴであり, この3種でハゼ科魚類全体の85.7%を占めた(図13)。

令和3年度のハゼ科以外の魚類の出現数は9種類と過去3か年平均の10種と同等であった。また, 本年度は過去5年間連続して出現していたスズキが確認されなかった(図13, 付表7)。

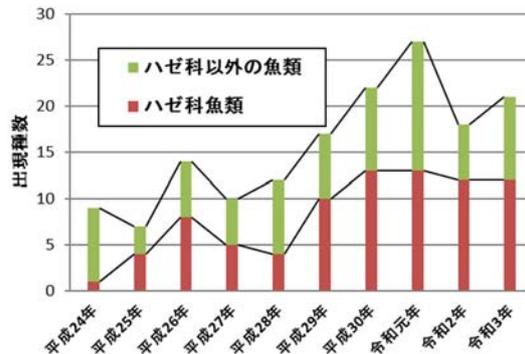


図11 サーフネットによる出現種数

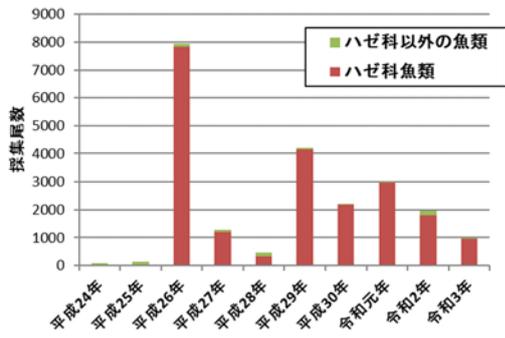


図12 サーフネットによる採集尾数

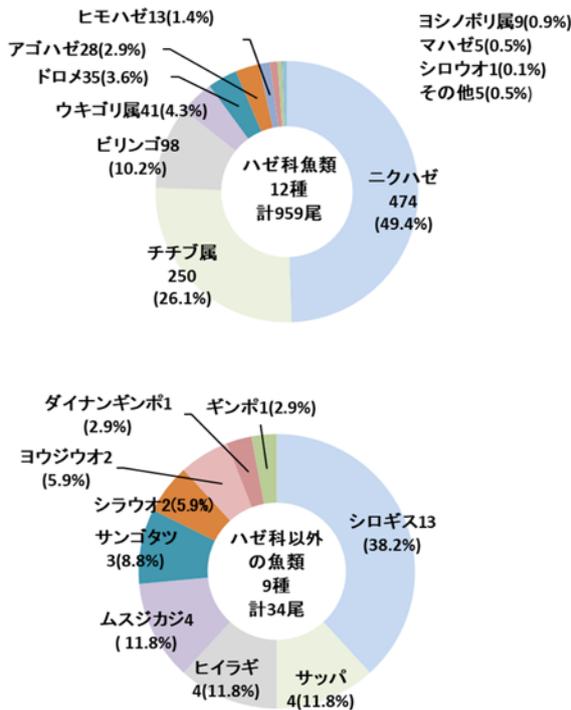


図13 令和3年度サーフネット調査で出現した魚類の種数・採集尾数

次に、近年継続的に採集されている水産有用種5種(シラウオ、スズキ、マハゼ、ヒイラギ、シロギス)の月別採集尾数の3か年推移を図14に示す。

令和3年度の総採集尾数はシラウオ2尾、スズキ0尾、マハゼ5尾、ヒイラギ4尾、シロギス13尾であった。過去3か年の平均採集尾数はシラウオ43尾、スズキ9尾、マハゼ20尾、ヒイラギ2尾、シロギス13尾であった。

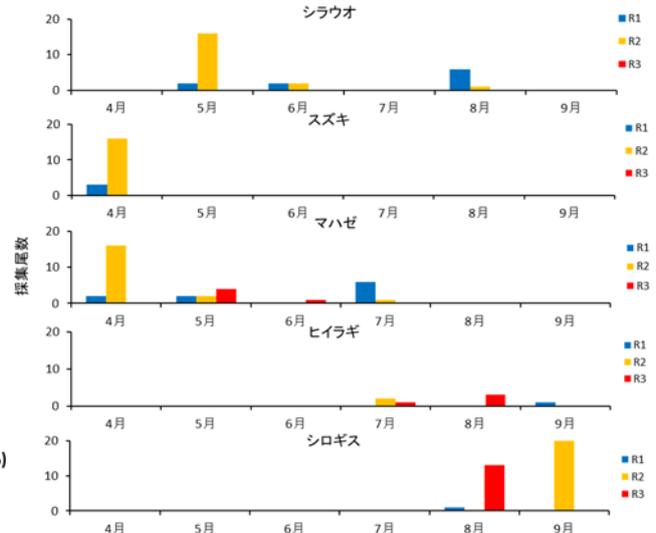


図14 水産有用種の3か年の月別採集尾数

(2) マハゼ育成場としての効果検証調査

簡易構造物別(パイプ型礁、改良型礁、瓦礁)の1㎡あたりにおけるマハゼの月別出現尾数を図15に示す。マハゼの幼稚魚期(7~9月)には、隙間面積の広い改良型礁が最も多くマハゼの住処となっており、一方、成魚期(11~12月)は、隙間面積の広いパイプ型礁や瓦礁がよく利用される傾向にあった。この要因として、マハゼのなわばり行動の習性や成長に伴う隠れ家面積の選択が影響している可能性が考えられた。特筆すべき点として水温の低い12月においても瓦礁にはマハゼが多く生息していた点が挙げられるが、この要因ははっきりしない。過年度の試験結果と併せてこの3型の簡易構造物における年ごとの1㎡あたりのマハゼ出現尾数を表1に示す。過去3か年とも改良型礁がパイプ型礁を上回った。本年度にマハゼの利用度の多い順は瓦礁、改良型礁、パイプ型礁となった。

この原因は、単位面積あたりの構造物の数が瓦礁は他に比べて2倍多いことが影響していると考えられる。1枚または1個あたりの出現数で比較すると、表1の備考欄のとおり改良型礁、パイプ型礁、瓦礁の順となった。

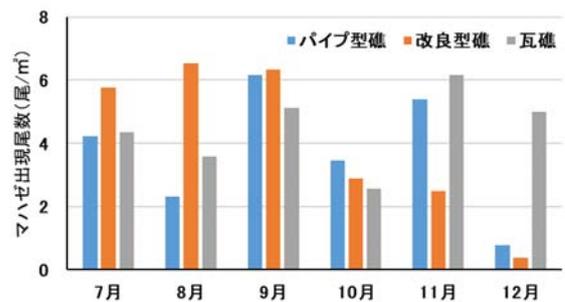


図15 簡易構造物別1㎡あたりのマハゼ月別出現数

表1 簡易構造物種類別の1㎡あたりの月別マハゼ出現尾数の推移(過去4年間)

区分	H30	R1	R2	R3	備考
パイプ型礁	2.5	0.6	2.2	3.7	0.6
改良型礁	-	1.1	2.8	4.1	0.7
瓦礁	-	-	-	4.4	0.4

注) 備考欄の数値は、R3年度におけるブロック1個又は瓦1枚当たりのマハゼ出現尾数

(3) マハゼ漁場としての簡易構造物の効果検証

①1回目の調査(9月30日~10月1日)

簡易構造物の沖合側に設置した刺網で、マハゼを1尾(体長118mm)採集し、岸側に設置した刺網ではマハゼを採集できなかった(表2)。網揚げ前の潜水調査では、ブロック下や簡易構造物周辺にマハゼを一定数確認した。同構造物周辺に設置していたDOロガーによると、10月1日の午前3時から午前6時にかけて貧酸素状態(DO値:0.7~2.6mg/l(平均1.7mg/l))にあった。そのため、同物内のマハゼは嫌避行動を起こし、刺網に絡まる可能性が高かったと考えられるが、そのような結果とはならなかった。この原因は、不明である。

②2回目の調査(10月21日~10月22日)

簡易構造物の沖合側に設置した刺網で、マハゼを1尾(体長120mm)、岸側の刺網で3尾(平均体長126mm)を採集した。一本釣りではマハゼを計6尾(平均113mm)採集した。潜水調査から前回の調査よりマハゼの生息数の減少、小型化及び活性の低下を確認した。底層の水温は、前回の調査より8.2℃低下し、16.7℃であった。

2回の調査から刺網、一本釣りともに十分な採集数はなく、調査点が漁場として利用できるとは判断できなかった。今後同様の調査を行う際は、マハゼが活発に動く時期や時間帯を考慮する必要がある。

表2 刺網・一本釣り調査による採集魚類

漁法	魚種	2021.10.1			2021.10.22		
		尾数	平均体長(mm)	標準偏差	尾数	平均体長(mm)	標準偏差
刺網	マハゼ	1	118.0	-	4	124.3	4.7
	スズキ	5	141.8	3.8	2	155.0	1.4
	マゴチ	1	365.0	-	0	-	-
	ヒイラギ	1	57.0	-	0	-	-
	サツパ	0	-	-	1	122.0	-
一本釣り	マハゼ	-	-	-	3	113.0	7.9
	ヌマチチブ	-	-	-	4	53.8	5.6

(4) テナガエビの生息調査

調査3地点の水質状況を表3に示す。テナガエビは、大崎地先では採集されなかった。一方、彦名と崎津地先では9月以降に採集できたものの数は少なく、彦名で9月に2尾(平均頭胸長20.7mm)、10月に3尾(同19.8mm)、11月に8尾(同14.4mm)の計13尾、崎津では9月に1尾(同19.3mm)、11月に1尾(同7.6mm)の計2尾のみであった。

表3 テナガエビ生息調査地点の水質

彦名

月	日	水温(°C)		塩分(PSU)		DO(°C)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層
6	18	21.7	22.4	19.3	22.3	8.77	6.29
7	15	25.8	26.4	1.9	3.9	13.43	15.58
8	25	24.6	25.4	2.6	3.5	9.6	8.92
9	16	23.7	23.9	9.6	9.8	8.88	8.98
10	15	23.4	24.6	13.6	20.2	16.98	11.82
11	15	14.6	14.4	15.6	18.2	10.99	11.09
12	21	8.9	9.3	9.4	11.8	11.4	11.21

大崎

月	日	水温(°C)		塩分(PSU)		DO(°C)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層
7	15	27.3	26.5	3.7	3.9	16	15.22
9	16	24	24.1	9.8	9.8	14.14	14.02
10	15	22.7	22.7	14.6	15	13.68	14.18
11	15	13.3	13.5	17	17.5	10.18	10.54
12	21	8.7	8.8	16.6	16.8	9.75	10.38

崎津漁港

月	日	水温(°C)		塩分(PSU)		DO(°C)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層
6	18	21.7	22	15.5	19.9	7.29	6.96
8	25	23.7	24.9	0.7	2.5	8.44	8.36
9	16	23.2	24.2	7.5	10.2	7.84	7.56
10	15	23	23.2	12.7	18.3	10.38	9.41
11	15	14.4	14.5	17.1	18.4	9.18	9.09
12	21	9.2	8.5	9.7	18.3	8.66	10.19

(5) マハゼ養殖試験(平成30年~)

1) 種苗採集

マハゼの天然種苗を計2,297尾(前年1,857尾)採捕した。採捕したマハゼの平均体長は37.4mm(最小18.1mm,最大65.1mm,標準偏差10.3)であった。

2) 養殖試験

採集した天然種苗のうち、養殖試験には2,133尾を使用した。養殖開始から98日経過した8月26日までに294尾の減耗が見られたが、以降は大きな減耗はなく、養殖開始後155日目(11月2日)には平均体長133.5mm(最小112.1mm,最大151.9mm,標準偏差9.0)、平均重量41.9g(最小25.6g,最大73.4g,標準偏差8.9)まで成長し(図16)、令

和3年度の生産尾数は推定で1,804尾（歩留まり84.6%）であった。

### 3) 試験出荷及び高校との連携

試験生産した一部の養殖マハゼは、調理実習用として境港総合技術高等学校や、地元の流通企業及び飲食店等に試験出荷した。

境港総合技術高等学校は、本年度から課題研究として中海のマハゼ等稚魚の採集を行っており、当场もその取り組みを支援した。また、マハゼ養殖も連携し、同校が採集したマハゼ稚魚157尾を譲り受け、養殖用種苗に供した。

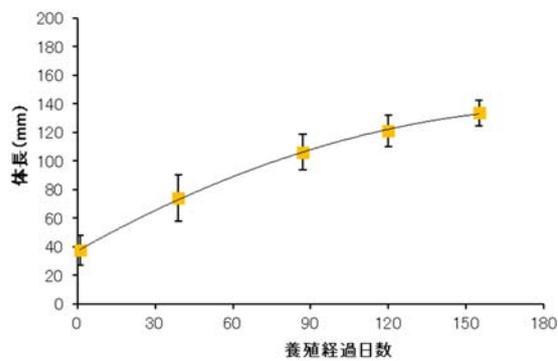


図16 令和3年度におけるマハゼの成長

令和3年度 サーフネットにより採集した生物 (付表1～6)

付表 1

年月日	2021.4.20						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	ウキゴリ属 sp.	0.02	3	9.28	0.42	体長
		ニクハゼ	0.06	6	10.72	0.95	〃
		ピリンゴ	1.74	66	14.62	1.88	〃
		ヌマチチブ	0.31	1	26.08		〃
	タウエガジ科	ダイナンギンボ	0.99	1	67.89		〃
		ムスジガジ	0.01	1	10.94		〃
甲殻類	アミ科	ニホンイサザアミ	40.05	9,069	6.75	1.71	〃

付表 2

年月日	2021.5.24及び5.28						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	マハゼ	0.36	4	16.30	6.97	体長
		アゴハゼ	0.63	13	13.33	2.96	〃
		ウキゴリ属 sp.	2.82	17	22.26	5.48	〃
		ドロメ	1.72	24	15.61	4.36	〃
		ニクハゼ	3.79	39	21.63	1.90	〃
		ピリンゴ	2.93	21	20.42	5.33	〃
		ハゼ科 sp.	0.22	3	15.35	6.86	〃
	シラウオ科	シラウオ	0.00	1	11.36		〃
	タウエガジ科	ムスジガジ	1.42	3	33.30	5.10	〃
		ギンボ	4.93	1	105.67		〃
	アミ科	ニホンイサザアミ	115.46	21,504	7.46	7.28	〃
貝類	アサリ		0.0	1.0	5.7		殻長

付表 3

年月日	2021.6.18						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	チチブ属 sp.	0.15	16	8.61	2.04	体長
		マハゼ	5.01	1	68.12		〃
		アゴハゼ	0.59	15	12.41	3.77	〃
		ウキゴリ属 sp.	7.01	21	28.65	2.26	〃
		ドロメ	0.87	11	15.17	4.98	〃
		ニクハゼ	43.19	182	28.32	2.09	〃
		ピリンゴ	2.95	10	25.64	6.13	〃
		ヒモハゼ	0.05	7	10.39	0.69	〃
	ヨシノボリ属 sp.	0.25	8	14.41	0.91	〃	
ヨウジウオ科	ヨウジウオ	0.53	1	125.95		全長	
甲殻類	アミ科	ニホンイサザアミ	1098.80	270,880	6.22	1.38	体長
貝類	アサリ		0.0	1.0	4.7		殻長

付表4

年月日	2021.7.15						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	チチブ属 sp.	2.46	210	10.11	1.51	体長
		ニクハゼ	1.39	4	31.81	3.84	〃
		ピリンゴ	0.63	1	34.06		〃
		ヒモハゼ	0.06	6	9.73	1.30	〃
	ヨウジウオ科	サンゴタツ	0.04	2	14.38	6.83	高さ
	ヒイラギ科	ヒイラギ	0.01	1	5.97		体長
	ニシン科	サッパ	0.04	4	13.52	2.87	〃
魚類	アミ科	ニホンイサザアミ	122.93	37,328	6.54	1.48	〃
貝類	アサリ		0.1	1.0	7.7		殻長

付表5

年月日	2021.8.25及び8.31						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	チチブ属 sp.	0.15	21	7.95	1.46	体長
		シロウオ	0.03	1	18.60		〃
		ニクハゼ	0.47	1	34.55		〃
		ヌマチチブ	0.45	1	25.73		〃
		ヨシノボリ属 sp.	0.01	1	9.20		〃
		ハゼ科 sp.	0.01	1	7.58		〃
	ヨウジウオ科	サンゴタツ	0.02	1	13.33		高さ
		ヨウジウオ科 sp.	0.01	1	38.21		全長
	シラウオ科	シラウオ	0.11	1	32.82		体長
	キス科	シロギス	2.62	13	23.45	4.58	〃
	ヒイラギ科	ヒイラギ	0.70	3	18.84	7.02	体長
甲殻類	サクラエビ科	アキアミ	0.35	3	25.03	0.80	〃
	アミ科	ニホンイサザアミ	11.22	3,742	5.88	1.30	〃

付表6

年月日	2021.9.16						
区分	科名	種名	重量 (g)	個体数	平均体長 (mm)	標準偏差	備考
魚類	ハゼ科	チチブ属 sp.	0.01	1	8.40		体長
		アベハゼ	0.09	1	15.77		〃
		ニクハゼ	88.70	242	33.31	1.31	〃
甲殻類	アミ科	ニホンイサザアミ	0.06	29	5.15	0.87	〃

注) 付表1~6のニホンイサザアミの重量は、プランクトン標本分割器を使用して算出。また、個体数は、30尾をランダム抽出し重量を測定して算出。

付表7 サーフネットにより採集した生物種・生物数 (H28～R3)

科名	和名	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度
キュウリウオ科	ワカサギ	3		1		4	
ニシン科	サツパ			9	1		4
	マイワシ				3		
カタクチイワシ科	カタクチイワシ				2		
キス科	シロギス			1	1	24	13
カワハギ科	アミメハギ				1		
シラウオ科	シラウオ	24	11	7	9	115	2
ヨウジウオ科	ヨウジウオ		4	3	1		2
	ガンテンイシヨウジ						
	サンゴタツ				4	2	3
	タツノオトシゴ						
ダツ科	ダツ				3		
ボラ科	ボラ	92					
サヨリ科	サヨリ				3		
メバル科	カサゴ	1					
	メバル	1	1		0		
	クロソイ						
ホウボウ科	ホウボウ						
コチ科	マゴチ				1		
スズキ科	スズキ	17	32	9	3	16	
ヒイラギ科	ヒイラギ			10	1	2	4
タイ科	クロダイ	1	1		0		
	ヘダイ			1	0		
シマイサキ科	シマイサキ		1	1	0		
タウエガジ科	ムスジカジ						4
	タウエガジ科の一種						
	ダイナンギンポ						1
ニシキギンポ科	ギンポ	1					1
コケギンポ科	コケギンポ						
ハゼ科	ミミズハゼ						
	シロウオ		1	160	5	1	1
	マハゼ		30	31	11	19	5
	アシシロハゼ						
	シモフリシマハゼ						
	ウロハゼ			5	0	5	
	スジハゼ		1		2		
	ヒメハゼ		10	2	0		
	ウキゴリ		251	1	4		
	ニクハゼ	24	266	187	622	623	474
	ビリンゴ	115	2,087	987	239	932	98
	アゴハゼ	1	1		14	4	28
	ヒモハゼ			1	1		13
	サビハゼ					3	
	アベハゼ					1	1
	ドロメ			37	13	3	35
	チチブ属の一種	176	18	119	2,034	148	250
	ウキゴリ属の一種			266	19	45	41
	ヨシノボリ属の一種			2	3		9
	ミミズハゼ属の一種				1		
キララハゼ属の一種					14		
ハゼ科の一種		1,476	383			4	
ヒラメ科	ヒラメ						
カレイ科	イシガレイ						
	マコガレイ						
フグ科	フグ科の一種		1		1		
	不明						
	合計	456	4,192	2,223	3,002	1,961	993

付表8 中海の造成浅場におけるDO ロガー観測値と米子地区の風向風速ベクトル図(代表的な事例を抜粋)

