

宇和島湾のプランクトン調査(～3年前との比較～)

2年3組 谷口 陽 2年4組 桐生 雄大
2年4組 徳永 聡 2年4組 本土 大志
指導者 教諭 大本 将人

1 課題設定の理由

過去、宇和島湾や下波湾では、夏季、赤潮により養殖魚が大量死したり、青潮による貧酸素水塊で河口に住む魚やカニが浮かび上がったたりするなど、湾内の富栄養化が報告されることが度々あった。窒素やリンなど湾内の栄養塩が増加すれば、植物プランクトンやそれを食べる動物プランクトンも増加する傾向があり、プランクトンを調査すれば、湾内の汚染状態をある程度把握することが可能である。そうだとすれば、その年々の気象条件(水温や降水量、日照、梅雨、台風など)によって、富栄養化の状態も自ずと変化し、湾内のプランクトン相にも何らかの変化が起こるに違いない。

幸い2010年の総合的な学習の時間において、先輩たちによる宇和島湾のプランクトン調査が行われているので、今年2013年、全く同様の年間採集調査を行い、宇和島湾内に出現する植物・動物プランクトン相に何か違いが起こらないか調査してみることにした。また、違いが生じた場合、その要因を気象庁のデータなどから考察してみることにする。

2 調査場所並びに調査方法

調査場所は宇和島港防波堤の先端。調査時刻は15:00～15:30の間。月に1回ペース。調査方法は口径25cmのプランクトンネットによる3～4m垂直曳き。採水試料は、水温と塩分を計測した後、5%でホルマリン固定を施し、学校へ持ち帰り、顕微鏡で観察しながら図鑑で種を同定した。その後、サンプル管中の試料をよく攪拌し、1mLを抜き取り、観察しながら、出現量を1～6段階(+で表示)に分けて記録した。これを全てのサンプルで実行した(表2、3)。2月は継続中。

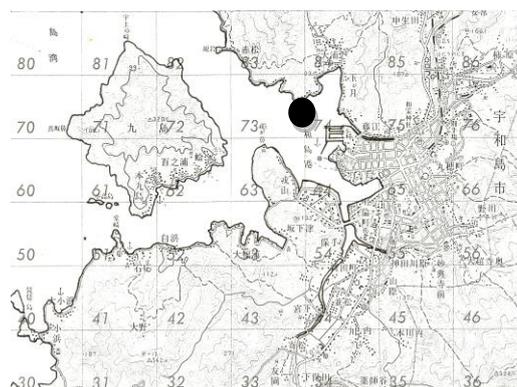


図1 宇和島湾の採水ポイント

3 調査結果と考察

(1) 水温と塩分

2010年の平均水温は19.8℃、2013年の平均水温は21.7℃であり、全体的に今年の方が高くなっていることが分かる(図2)。これが温暖化のためかどうかは、定かではない。2010年の平均塩分濃度は33.2‰、2013年の平均塩分濃度は37.4‰であった。2010年の5月が低いのは梅雨時期の降雨、2013年の8月が高いのは外洋水の流入と考えられる(図3)。

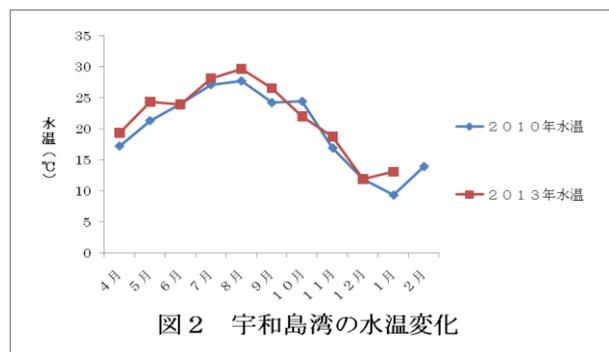


図2 宇和島湾の水温変化

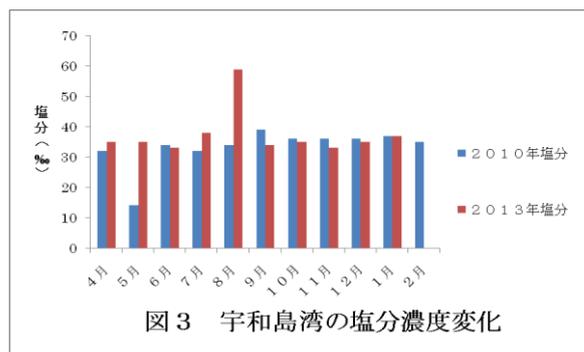


図3 宇和島湾の塩分濃度変化

(2) 3年前と今年の類似点（周期的に起こると思われること）

ア 植物プランクトン → 多少年による違いがあると思われるものの、珪藻類は夏季の増殖力が低く、冬季（秋の場合もある）から冬や春にかけて増殖力が高まること分かる。特に *Cheateoceros* の種類が群を抜いている（表2）。渦鞭毛藻類は、春～夏にかけて多くなる。特に夜光虫 *Noctiluca scintilans* が圧倒的に多い。赤潮を形成する渦鞭毛藻類もこの時期多くなる（表2）。このことは、珪藻類が本来冷水域を好み、渦鞭毛藻類が熱帯に多いことと矛盾しない結果であった。

イ 動物プランクトン → 春～夏（5月～9月）にかけて枝角類が増加し（特にウスカワミジンコ）、秋以降にカイアシ類が種類、量ともに最大となる。宇和島湾には、富栄養～中栄養沿岸性のカイアシ類 *Oithna davisae*（富）、*O.attenuata stocky* f.（富）、*O. oculata*（富）、*O. brevicornis*（中）、*O. similis*（中）、*Paracalanus crassirostris*（富）、などが多数出現するため、内湾奥部特有のプランクトン相になっている（表3）。

(3) 3年前と今年の相違点（どちらかに特有と思われること）

ア 植物プランクトン → 2010年の5月には、赤潮を形成する渦鞭毛藻類 *Prorocentrum tristinum*、*P. mican* や *Alexandrium catenella* が少ないながら観察された。2013年には同じく *Prorocentrum dentatum* が大増殖し、この時は湾全域が褐色の赤潮で覆われた。幸い、この種は魚介類にそれ程影響を与えるものではなかったため、しばらくすると終息した。この前年2012年に発生した赤潮（*Karenia mikimotoi*）は養殖魚に大損害を与え、何億円もの被害を与えたことは記憶に新しい。さらに、赤潮にはならなかったが9月には *Noctilca*（夜光虫）が増殖していた。宇和島湾は、このような赤潮形成種が常に存在する栄養塩の多い内湾であるといえ、どの種が優占するのかわは、僅かな環境条件の違いによると思われる。特に、図2に見られるような平均水温の上昇が、温水を好む渦鞭毛藻類を増加させている可能性がある。この渦鞭毛藻類は、珪藻よりかなり小型なものが多く、ネットをすり抜けてしまうと考えられるため、実際の環境中にある数より、今回の数は過小評価されていると思われる。

また、珪藻類にしろ渦鞭毛藻類にしろ、2010年よりも2013年の方が全体的に種数が増しているようである。暖海性種も寒海性種も共に増えているが、特に2013年の珪藻類の秋の増加（*Pseudonitzschia* sp.、*Ch.lorenzianum*、*Ch.pseudocurvisetum*、*Ch.danicum*、*Thalassiothrix frauenfeldii*、*Thalassionema nitzschioides* など）は顕著である。さらに富栄養内湾性の *Skeletonema* spp.が多くなっているため、湾全体が一時期栄養過多になったに違いない（表2）。

イ 動物プランクトン → 枝角類やカイアシ類を見ると、2013年は2010年と比較して、出現時期が早まっているように見える種がいくつもある。枝角類ではウスカワミジンコ、コウミオオメミジンコ、トゲナシエボシミジンコ。カイアシ類では *P. parvus* sl.（中）や *Oithna davisae*（富）、*O. oculata*（富）、*O. similis*（中）などである。枝角類は6月に増殖した *Prorocentrum dentatum* に合わせて増加したかもしれない（渦鞭毛藻類補食の可能性？）。また、カイアシ類は、これらが富～中栄養性の内湾卓越種であることを考えると、先の植物プランクトンの結果と同様に、夏から秋、長期間に渡って、2010年と比較して湾内が富栄養になっていたことを窺わせる（表3）。

(4) 植物プランクトンと降水量の関係

2010年と2013年の植物プランクトンの相対出現量を比較すると、2013年は梅雨時期と秋季に大きな増殖が起こっていることが分かる（図4）。梅雨時期の増加は *Prorocentrum dentatum* 赤潮であり、秋季の増加は珪藻類の増加である。今回のような沿岸・内湾部での植物プランクトンの増加は、河川水の流入による栄養塩の増加や海水温の上昇に原因があると思われ、図5より宇和島地区の降水量の増加と一致していることが分かる。さらに、秋季の

降水量の増加は、台風接近による降雨であることも明らかである（表1）。つまり、梅雨や台風による降水量の増加は河川水による栄養塩類の増加を引き起こし、ひいては食物連鎖による植物プランクトン、動物プランクトンの増加へとつながっていくことを示していると思われる。

(5) 2013年の高塩分水の流入

2013年の8月に流入した高塩分水により、何かプランクトン相に違いが生じているか調べてみたところ、特に動物プランクトンにおいて、外洋性の *Pontellopsis tenuicauda* や *Centropages tenuiremis*、*Corycaeus* 属（外洋）、*Oncaea* 属（外洋）、フクラヤムシ（黒潮の指標種）などが少数であるが見られたことから、黒潮がこれらを輸送してきたのではないかと考えた。ただし、*Acartia erythraea* や *O. oculata* など富栄養性種も増殖していたので、湾内は黒潮水と内湾水とが混合していたかもしれない。

4 今後の課題

春～夏に多くなる渦鞭毛藻類の増減を正確に把握するためには、もっと目の細かいプランクトンネットに換える必要がある。また、今回は正確に数を計数していなかったため、だいたいの傾向でしかものを言うことができなかった。きちんと個体数を数え直すことで、さらに説得力のある結果を導けるとと思われる。

参考文献

- ・山路 勇,1996,日本海洋プランクトン図鑑 第3版,保育社,大阪.
- ・千原光雄・村野正昭(監),1997,日本産海洋プランクトン検索図説,東海大学出版会,東京.
- ・朝倉ら(2010)宇和島湾のプランクトン調査. 平成22年度 ARD課題研究発表会試料, 52-55p.

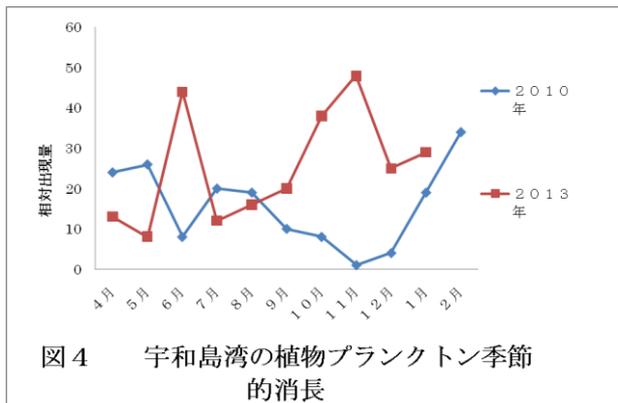


図4 宇和島湾の植物プランクトン季節的消長

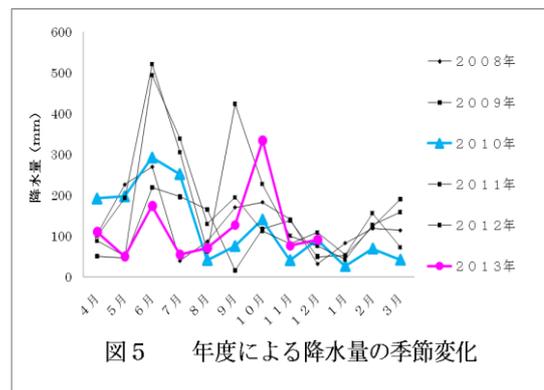


図5 年度による降水量の季節変化

表1 台風の本土接近数(四国地方への接近数)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2010年	0	0	0	0	1(1)	1(1)	1	0	0	0	0	0
2013年	0	0	1	0	0	2(2)	3(1)	0	0	0	0	



写真1 : *Podon polyphemoides*



写真2: *Oithona oculata*
富栄養性カイアシ類



写真3 : *Dinophysis fortii* (中央) と

表2 宇和島湾の植物プランクトン出現状況

植物プランクトン	生態特性	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
珪藻類												
<i>Ditylum brightwelli</i> 2010	寒海性(春増殖)	++++++										+
<i>Ditylum sol</i> 2010	暖海性											++
<i>Streptotheca thamensis</i> 2010	寒海性						++++					
<i>Streptotheca thamensis</i> 2013	寒海性							+				
<i>Rhizosolenia styliformis</i> 2010	暖海性	++										
<i>Rhizosolenia styliformis</i> 2013	暖海性		++	++++								
<i>Rhizosolenia inbricata</i> 2013	暖海性						+++					
<i>Rhizosolenia setigera</i> 2010	寒海性										+	++
<i>Rhizosolenia setigera</i> 2013	寒海性								++	+		
<i>Pseudonitzschia</i> sp. 2010		+++++	+++++		+++							+++
<i>Pseudonitzschia</i> sp. 2013								+++++	++		++++	
<i>Bacteriastrium</i> sp. 2013	沿岸内湾性			++++								
<i>Cheatocecos lorentzianum</i> 2010	暖海沿岸内湾性			++	++++							
<i>Cheatocecos lorentzianum</i> 2013	暖海沿岸内湾性			+++++				++++	++++			
<i>Cheatocecos denticulatum</i> 2010	暖海性			++								
<i>Cheatocecos denticulatum</i> 2013	暖海性								+	++		
<i>Cheatocecos pseudocurvisetum</i> 2010	暖海性										+++	
<i>Cheatocecos pseudocurvisetum</i> 2013	暖海性				+++++			++++	+++++			
<i>Cheatocecos curvisetum</i> 2013	暖海性(右巻)	+++										
<i>Cheatocecos paradoxum</i> 2010	暖海性				+							
<i>Cheatocecos paradoxum</i> 2013	暖海性			++								
<i>Cheatocecos danicum</i> 2010	寒海性									+++	++++	+++
<i>Cheatocecos danicum</i> 2013	寒海性							+++	+++	++++		
<i>Cheatocecos decipiens</i> 2010	寒海性										+++	++++
<i>Cheatocecos decipiens</i> 2013	寒海性			++						++		
<i>Cheatocecos costatum</i> 2010	暖海性											+
<i>Cheatocecos didymum</i> 2010	暖~寒海内湾性											+++
<i>Cheatocecos didymum</i> 2013	暖~寒海内湾性											+++
<i>Cheatocecos debilis</i> 2013	寒海性(左巻)										++++	
<i>Cheatocecos van haeckii</i> 2013	暖海性										++	
<i>Cheatocecos radicans</i> 2013	暖海性			++								
<i>Cheatocecos coactatum</i> 2013	暖海性						+					
<i>Cheatocecos peruvianus</i> 2013	暖海性							+				
<i>Cheatocecos socialis</i> 2013	寒海性								+++++			
<i>Cheatocecos</i> spp. 2010		+++++					++					++++
<i>Cheatocecos</i> spp. 2013	寒海性			+++++				+++	+++		+++	
<i>Guinardia flaccida</i> 2010	暖海性					++						
<i>Eucampia zoodiacus</i> 2010	暖~寒海内湾性											++
<i>Eucampia zoodiacus</i> 2013	暖~寒海内湾性								+			
<i>Corethron</i> sp. 2010	暖海性										+	
<i>Corethron</i> sp. 2013	暖海性											
<i>Isthmia nervosa</i> 2013	暖~寒海性								+			
<i>Leptocylindrus danicus</i> 2010	富栄養内湾性		++++					+++++				++
<i>Leptocylindrus danicus</i> 2013	富栄養内湾性	+++									++++	
<i>Leptocylindrus minimus</i> 2013	富栄養内湾性						+++					
<i>Skeletonema</i> spp. 2010	富栄養内湾性		+		+++			+++				
<i>Skeletonema</i> spp. 2013	富栄養内湾性							++++	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Stephanopyxis palmeriana</i> 2010	内湾性				+							
<i>Stephanopyxis palmeriana</i> 2013	内湾性								+			
<i>Thalassiasira subtilis</i> 2010	寒海性						++				++	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> 2010	寒海性										++	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> 2013	寒海性			+++			+	+++	+++	+++		
<i>Thalassionema nitzschioides</i> 2013	寒海性						+	+++++	+++	++		
<i>Asterionella japonica</i> 2010	寒海性											+
<i>Asterionella japonica</i> 2013	寒海性											
<i>Biddulphia sinensis</i> 2010	暖海性									+	+++	+++
<i>Biddulphia sinensis</i> 2013	暖海性							+	+	+	+	
<i>Biddulphia mobilensis</i> 2013	寒海性								+			
<i>Biddulphia aurita</i> 2013	寒海性									+++		
<i>Bellerophon horologicalis</i> 2010	寒海性								+			
<i>Thalassiosira rotula</i> 2010	暖海性											+
<i>Thalassiosira rotula</i> 2013	寒海性	++++										
<i>Thalassiosira</i> sp. 2013	暖海性	+++										
<i>Coccinodiscus wailesii</i> 2010	暖海性											++
渦鞭毛藻類												
<i>Noctiluca scintillans</i> (夜光虫) 2010	赤潮形成種	++++	+++++	+++	++++	++++	++					
<i>Noctiluca scintillans</i> (夜光虫) 2013	赤潮形成種	+++++	+++++		+++++	+++++	+++++		+++			
<i>Spatulodinium pseudonocluca</i> 2010	暖海性					++++						
<i>Spatulodinium pseudonocluca</i> 2013	暖海性					+++						
<i>Prorocentrum trutinum</i> 2010	赤潮形成種		+++									
<i>Prorocentrum micans</i> 2010	赤潮形成種		++									
<i>Prorocentrum micans</i> 2013	赤潮形成種						++					
<i>Prorocentrum dentatum</i> 2013	赤潮形成種			+++++								
<i>Alexandrium catenella</i> 2010	赤潮有毒種		++++									
<i>Ceratium macroceros</i> 2010	暖海性			+	+	++						
<i>Ceratium macroceros</i> 2013	暖海性					+++						
<i>Ceratium deflexum</i> 2010	暖海性		+									
<i>Ceratium deflexum</i> 2013	暖海性			++								
<i>Ceratium trichoceros</i> 2010	暖海性					+++						
<i>Ceratium trichoceros</i> 2013	暖海性					+++						
<i>Ceratium massiliense</i> 2010	暖海性					+++						
<i>Ceratium fuscum</i> 2010	暖海性					+						
<i>Ceratium furca</i> 2013	暖海性			++		++		++	+++			
<i>Ceratium candelabrum</i> 2013	暖海性		+									
DINOPHYTA sp. 2010					+++							
<i>Dinophysis fortii</i> 2013	下痢性貝毒種			+								
<i>Protoperidinium depressum</i> 2013	暖海性		+	++								
<i>Protoperidinium</i> sp. 2013							++					

表3 宇和島湾の動物プランクトン出現状況

動物プランクトン	生態特性	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
動物プランクトン												
枝角類												
<i>Penilia avirostris</i> (ウスカワミジンコ) 2010	暖海性(夏増殖)		+			+++++	+++++	+				
<i>Penilia avirostris</i> (ウスカワミジンコ) 2013	暖海性(夏増殖)		+		+++++	+++++	+++++					
<i>Podon polyphemoides</i> (コウミオオメミジンコ) 2010	暖海性				++							
<i>Podon polyphemoides</i> (コウミオオメミジンコ) 2013	暖海性			+++	++							
<i>Evadne tergestina</i> (トゲナシエホシミジンコ) 2010	暖海性					+++	++++					
<i>Evadne tergestina</i> (トゲナシエホシミジンコ) 2013	暖海性		+		++++	++	++					
カイアシ類												
<i>Acartia omorii</i> 2010	中栄養沿岸種(春)								+	++	+++	
<i>Acartia omorii</i> 2013	中栄養沿岸種(春)			+++		++++						
<i>Acartia erythraea</i> 2010	富栄養沿岸種(夏)					+++	+++					
<i>Acartia erythraea</i> 2013	富栄養沿岸種(夏)					+++						
<i>Acrocalanus longicornis</i> 2013	貧栄養沿岸種								+			
<i>Centropages tenuiremis</i> 2013	貧栄養沿岸種(夏)					+						
<i>Calanus sinicus</i> 2013	貧栄養沿岸種(春)	++++										
<i>Paraeuchaeta</i> sp. 2013	貧栄養沿岸種								+			
<i>Paracalanus parvus</i> sl. 2010	中栄養沿岸種						++	++	++	++	++++	+
<i>Paracalanus parvus</i> sl. 2013	中栄養沿岸種			+++	++	++	++			++++	++	
<i>Paracalanus aculeatus</i> 2010	貧栄養沿岸種		+									
<i>Paracalanus crassirostris</i> 2010	富栄養沿岸種(秋)					+++	+	+	+++	++		
<i>Paracalanus crassirostris</i> 2013	富栄養沿岸種(秋)					+	+		++++	+		
<i>Paracalanus elegans</i> 2010	貧栄養沿岸種					+						
<i>Pontellopsis tenuicauda</i> 2013	貧栄養沿岸種					+						
<i>Oithona attenuata</i> stockv f. 2010	富栄養沿岸種					+						
<i>Oithona attenuata</i> stockv f. 2013	富栄養沿岸種			+++								
<i>Oithona davisae</i> 2010	富栄養沿岸種	+					+++	+++	++			
<i>Oithona davisae</i> 2013	富栄養沿岸種		++	++++	++	++++						
<i>Oithona oculata</i> 2010	富栄養沿岸種							++++	+++			
<i>Oithona oculata</i> 2013	富栄養沿岸種				++++	+++++	++	+++	+++			
<i>Oithona nana</i> 2010	貧栄養沿岸種	+				++	++	++				
<i>Oithona nana</i> 2013	貧栄養沿岸種		+				+					
<i>Oithona brevicornis</i> 2010	中栄養沿岸種						++++	+++++				
<i>Oithona brevicornis</i> 2013	中栄養沿岸種						++++	+++	++++			
<i>Oithona similis</i> 2010	中栄養沿岸種							+			++++	+++
<i>Oithona similis</i> 2010	中栄養沿岸種								++++	++++	++	
<i>Oithona simplex</i> 2013	中栄養沿岸種				++							
<i>Oithona plumifera</i> 2013	貧栄養沿岸種			+					++			
<i>Oithona</i> spp. 2010									+	++	+	
<i>Oithona</i> spp. 2013				+								
<i>Temora turbinata</i> 2010	貧栄養沿岸種					+++	+					
<i>Temora discaudata</i> 2013	貧栄養沿岸種				+							
<i>Corvcaeus</i> spp. 2013	貧栄養沿岸種				+							
<i>Corvcaeus affinis</i> 2013	貧栄養沿岸種					+						
<i>Corvcaeus cutus</i> 2013	貧栄養沿岸種					+						
<i>Oncaea</i> sp. 2010	貧栄養沿岸種						+			++		
<i>Oncaea</i> sp. 2013	貧栄養沿岸種					+						
<i>Oncaea scottidicarloi</i> 2013	貧栄養沿岸種								++			
<i>Euterpina acutifrons</i> 2010	中栄養沿岸種					+++						
<i>Euterpina acutifrons</i> 2013	中栄養沿岸種				+		++		+++			
<i>Miclosestella rosea</i> 2010	貧栄養沿岸種					+			+++			
<i>Miclosestella norvegica</i> 2010	貧栄養沿岸種					+++	+++					
<i>Miclosestella norvegica</i> 2013	貧栄養沿岸種								++			
<i>Monstrilla</i> sp. 2013	貧栄養沿岸種					+						
カイアシ類ノープリウス幼生 2010		++	++			++		++++				
カイアシ類ノープリウス幼生 2013							+++	++	++++	++		
有線毛虫類												
<i>Favella taraikaensis</i> (ビンガタカラムシ) 2010	寒海性	+	+++									
<i>Favella taraikaensis</i> (ビンガタカラムシ) 2013	寒海性	+										
<i>Tintinnopsis radix</i> 2010	内湾種		++									
<i>Tintinnopsis radix</i> 2013	内湾種						+		+++			
<i>Cyttarocyidae</i> sp. 2010				+								
<i>Amphorellopsis acuta</i> 2013	暖海性			+								
尾虫類												
<i>Oicopleura dioica</i> (ワカレオタマボヤ) 2010	黒潮の指標種	++++			++++	+++					+++	++++
<i>Oicopleura dioica</i> (ワカレオタマボヤ) 2013	黒潮の指標種		+++	+++	++	+		+++	++			
<i>Oikopleuridae</i> sp. (オタマボヤの一種) 2010		+			+	+++						
<i>Oikopleuridae</i> sp. (オタマボヤの一種) 2013							++					
<i>Fritillariae</i> sp. (サイツチボヤの一種) 2010						++						
ホヤのアペンディキュラリア幼生 2010									+			
放散虫類												
<i>Acanthometron pellucidum</i> 2013							+++					
<i>Sticholonche zanclea</i> 2013	暖~寒海性						++++		++			
多毛類												
POLYCHAETA sp. 2010		++	+			++	+++	+				
POLYCHAETA sp. 2013			+++		+++	+	+		++			
<i>Sabellaria alveolata</i> 2010	暖海性		+									
貝類												
二枚貝 ベリジャー幼生 2010		+++				+						
介形類												
<i>Halocypridae</i> sp. 2013						++	++					
クラゲ類												
<i>Anthomedusae</i> sp. (ハナクラゲ類の一種) 2010			+++	+++			++					
<i>Proboscidaetia ornata</i> (ミサキコモチクラゲ) 2010	暖海性			++++								
<i>Rathkea octopunctata</i> (シニコクラゲ) 2010	寒海性											++++
<i>Rathkea octopunctata</i> (シニコクラゲ) 2013	寒海性			++								
<i>Mugilaea atlantica</i> (ヒツツクラゲ) 2013	寒海性					+			++			
矢虫類												
<i>Sagitta inflata</i> (フクラヤムシ) 2010	黒潮指標、暖海性					++						
<i>Sagitta inflata</i> (フクラヤムシ) 2013	黒潮指標、暖海性					+	+					
<i>Sagitta</i> sp. 2010						++				+		
<i>Sagitta</i> sp. 2013							++		+			
十脚類												
Decapoda zoea stage 2013							++					
蔓脚類												
フジツボ ノープリウス幼生 2010		+	++	+	++	+	++++	+++	+			
フジツボ ノープリウス幼生 2013			++++	++++	+++	+++	+++	+++	++++	++		