

小湊研修報告

砂浜浅海域における植物プランクトン組成の把握

小海 茉梨絵・清沢 弘志

1. はじめに

千葉県鴨川市天津小湊沖における春季のプランクトン相については、当社の新人研修の一環として1994年以來行われている(例えば、塩谷ら, 2005)。しかしこれまでの調査は海岸から約1 kmの沖合を中心に行っているものが多く、砂浜海岸の碎波帯以浅のプランクトン相について調査した例は少ない。砂浜海岸において、橈脚類は仔魚や浮遊生活をする稚魚の餌として、アミ類は着底後のヒラメなどの底魚稚魚の餌として最も重要な動物群である(広田, 1998)。また、本海域はヒラメの良好な漁場として知られていることから、ヒラメが初期生活を過ごす浅海域において、その餌生物である橈脚類やアミ類などの動物プランクトン相や、さらにその動物プランクトンの餌となる一次生産者である植物プランクトン相を把握し、浅海域全体のプランクトン群集を知ることが有意義である。

一昨年の調査では、砂浜海岸でも特に碎波帯を中心とした大型動物プランクトン相の分布調査を実施し、碎波帯の橈脚類やアミ類だけでなく、端脚類や等脚類などの底生生物を含めた大型動物プランクトン相を明らかにした(小海・浮田, 2007)。また、昨年の調査では橈脚類をはじめとした小型の動物プランクトン相の分布調査を実施し、その結果としてアミ類や橈脚類のノープリウス幼生が多く出現していたことから、本海域においてもアミ類や橈脚類のノープリウス幼生がヒラメなどの異体類や他の幼稚仔魚にとって重要な餌料のひとつになっていると思われる。また、昨年はじめて砂浜海岸域での植物プランクトン調査を実施し、干潮時と満潮時では植物プラ

ンクトン相が異なることを明らかにした(小海, 2008)。

露出度の高い多くの砂浜海岸のいそ波帯では、浮遊する珪藻が一次生産者として重要な役割を果たす(Brawn and McLachlan, 2002)。昨年の調査では砂浜浅海域の砂泥の直上水を対象として植物プランクトンについて調査を行ったが、本年は底層に加えて表層でも採水を行うことによって砂浜海岸域の水柱内における植物プランクトンの群集構造の解明を目的とした。

2. 材料と方法

試料の採集は2008年4月26日に、千葉県鴨川市小湊地先の砂浜域において行った(図1)。汀線と垂直に1ラインを設け、D.L. 0 m、D.L. -0.5 m、D.L. -1 mの3地点で表層水および海底直上水(底層+0.2 m)を採集した。調査は、満潮から干潮にかけての下げ潮時(4月26日9時)に行った(写真1)。

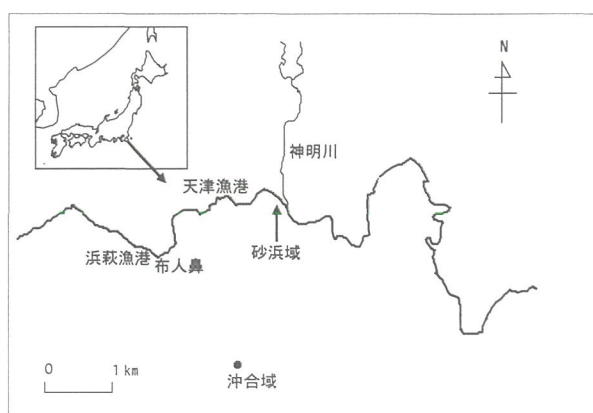


図1 調査場所

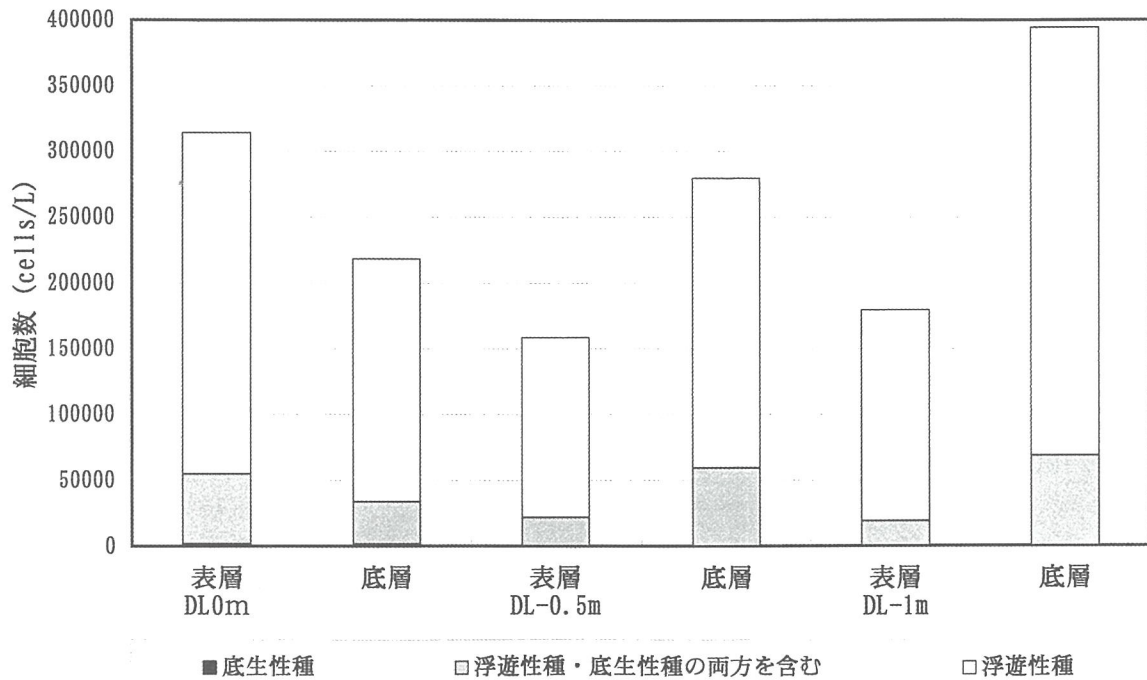


図2 砂浜域の植物プランクトンを生活様式に分けた場合の細胞数

試料は1Lポリ瓶を用いて海中から直接採集し、グルタルアルデヒドで固定した。得られた試料は実験室内に持ち帰り、一昼夜静沈させてから細胞数を種別に計数した。また、固定サンプルとは別に、固定によって同定が不可能となる可能性のある種を確認するため、生サンプルも採集した。生サンプルは250mlの茶ポリを用い、海中から直接採集した。生サンプルは実験室内に持ち帰り、直ちに検鏡を行った。

浅海域と沖合域の植物プランクトンの組成を比べるため、沖合においてもサンプリングを行った。試料は2008年4月25日に、千葉県鴨川市小湊地先から沖合約2kmの地点で表層水を採集した。試料の固定および検鏡は砂浜域と同様に行った。

3. 結果

3.1 砂浜域

砂浜域に出現した植物プランクトンは珪藻綱が41種類、渦鞭毛藻綱が5種類、黄金色藻綱が3種類、クリプト藻綱、ハプト藻綱、ユーグレナ藻綱、プラシノ藻綱、不明鞭毛藻類が各1種類の計54種であっ

た(表1)。

種類数はすべての測点において36~38種とほとんど差がなかった。

細胞数は 1.6×10^5 細胞/L(D.L. -0.5m表層)~ 3.9×10^5 細胞/L(D.L. -1mの底層)の範囲であった。層ごとの細胞数を比較すると、D.L. 0mでは表層が 3.1×10^5 細胞/L、底層が 2.2×10^5 細胞/Lで、D.L. -0.5mでは、表層が 1.6×10^5 細胞/L、底層が 2.8×10^5 細胞/Lで、両測点とも表層と底層の細胞数にはあまり差がなかった。また、D.L. -1mでは、表層が 1.8×10^5 細胞/L、底層が 3.9×10^5 細胞/Lで、底層のほうが表層よりもやや多かった。(図2)

出現種を生活様式でみると、D.L. 0mでは浮遊性種が表層で82.6%、底層で84.5%、D.L. -0.5mでは浮遊性種が表層で86.3%、底層で78.9%を占めた。D.L. -1mでは浮遊性種が表層で89.4%、底層で82.6%を占め、各測点とも浮遊性種が底生性種に比較して圧倒的に多かった(図2)。

優占種についてみると、D.L. 0mでは表・底層の各層でクリプト藻綱が優占し、それぞれ総細胞数の43.2%、35.7%を占めた。ついで渦鞭毛藻綱の

表1 植物プランクトンの細胞数

調査時期:平成20年4月25・26日
単位:細胞/L

調査域:小湊

番 号	門	綱	目	科	種	測点 ※	砂浜域						沖合域
							D.L.0m		D.L.-0.5m		D.L.-1m		
							表層	底層	表層	底層	表層	底層	
1	クリプト植物	クリプト藻	-	-	Cryptophyceae	P	135600	78000	16800	54600	26400	130800	16500
2	渦鞭毛植物	渦鞭毛藻	ギムノディニウム	プロロケントルム	<i>Prorocentrum balticum</i>	P							300
3				-	Gymnodiniales	P	6600	6000	5400	13800	3600	5400	5100
4			ペリディニウム	ケラチウム	<i>Ceratium furca</i>	P							75
5				ペリディニウム	<i>Heterocapsa rotundata</i>	BP	43800	24600	13800	46800	13200	60000	
6					<i>Protoperdinium</i> spp.	P	600	300	600	300	600	1200	600
7				カルキオディネラ	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	P				600	300		
8				オキシトキサム	<i>Oxytoxum</i> sp.	P							75
9				-	Peridinales	P	4800	4200	1200	3000	1200	3000	4200
10	不等毛植物	珪藻	円心	タラシオシーラ	<i>Detonula pumila</i>	P	900	300	3000	1200	1200	600	600
11					<i>Skeletonema costatum</i>	P	1500		3900	1500	1500	1800	600
12					<i>Thalassiosira rotula</i>	P	2100	1800	1200	2100	3300	1200	750
13					<i>Thalassiosira</i> spp.	P	23400	17100	22800	21900	17700	14700	2550
14					Thalassiosiraceae	P	7800	4800	9600	10200	1200	8400	2400
15				メロシーラ	<i>Leptocylindrus danicus</i>	P	1200	1500	3000	2400	4200	1800	1950
16					<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	P				300			
17					<i>Leptocylindrus minimus</i>	P	600	300					
18					<i>Melosira sulcata</i>	BP							1200
19				コスキノディスクス	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	P	450		150				
20					<i>Coscinodiscus</i> sp.	P				150	150		
21				ヘリオベルタ	<i>Actinopterychus senarius</i>	BP	150	150				150	
22				リゾソレニア	<i>Dactylosolen antarcticus</i>	P	300	300	600	300	300	1200	
23					<i>Rhizosolenia delicatula</i>	P	600	300	600			300	
24					<i>Rhizosolenia imbricata</i>	P	600	450	600	1800	300	450	675
25					<i>Rhizosolenia phuketensis</i>	P							150
26					<i>Rhizosolenia setigera</i>	P	150	150	150	150	450	300	150
27				ビドゥルフィア	<i>Eucampia zodiacus</i>	P	450			1800	600		1350
28				キートケロス	<i>Chaetoceros affine</i>	P		1200					600
29					<i>Chaetoceros compressum</i>	P				900			
30					<i>Chaetoceros costatum</i>	P			2700				
31					<i>Chaetoceros debile</i>	P	4200	4800	11100	21600	20400	21000	6750
32					<i>Chaetoceros denticulatum</i>	P		600	600	600	1200	1200	900
33					<i>Chaetoceros didymum</i> var. <i>anglica</i>	P			1200				
34					<i>Chaetoceros sociale</i>	P	5400	5700	10500	8400	23100	21300	
35					<i>Chaetoceros</i> spp.	P	7200	8100	8700	9900	1200	4800	2700
36				リトデスミウム	<i>Bellerophon horologicalis</i>	P	600						
37					<i>Ditylum brightwellii</i>	P				150			75
38				ユーボディスクス	<i>Odontella granulata</i>	P					150		
39					<i>Odontella longicruris</i>	P	1050	300	1050		300	900	
40			羽状	ディアトーマ	<i>Asterionella glacialis</i>	P	3600	1200	900	3300	1200	3000	900
41					<i>Asterionella kariana</i>	P		600	300	600	300	450	
42					<i>Rhabdonema arcuatum</i>	B	1800	1500					
43					<i>Thalassionema nitzschioides</i>	P	1200				1500		
44					Diatomaceae	BP				900			
45				ナビキュラ	<i>Amphora</i> sp.	BP		600			300	600	
46					<i>Haslea</i> sp.	P							75
47					<i>Navicula</i> spp.	BP	2700	2700	1800	5700	1200	2100	150
48					<i>Pleurosigma</i> sp.	B			150		150		
49					Naviculaceae	BP	600	600	1200	600		1500	300
50				ニツチア	<i>Cylindrotheca closterium</i>	BP	3600	2700	3600	4200	1800	3600	1350
51					<i>Nitzschia</i> spp.	BP	2100	900	1200	900	2400	600	150
52					<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (cf. <i>pungens</i>)	P	600	3000	2850	1200	1800	6000	3300
53					<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	P	1500		1200	600	600	600	3600
54		黄色色藻	ペディネラ	ペディネラ	<i>Apedinella spinifera</i>	P	600	1200	600	600		1800	
55			ディクチオカ	ディクチオカ	<i>Distephanus speculum</i>	P			150	150			
56				エブリア	<i>Ebria tripartita</i>	P	150					300	450
57	ハプト植物	ハプト藻	-	-	Haptophyceae	P	22800	9600	1800	18600	3600	13800	3300
58	ユーグレナ植物	ユーグレナ藻	-	-	Euglenophyceae	P	600	2100	1800	5400	3600	3300	300
59	緑藻植物	ブラシノ藻	-	-	Prasinophyceae	P	22200	21000	20400	32400	36000	62400	13500
60	-	-	-	-	unidentified flagellates	P		9600	1200		2400	13800	3300
合計							314100	218250	158400	279600	179400	394350	80925
種類数							38	36	38	38	37	36	36

備考: ※は生活様式を示す。B:底生性種、P:浮遊性種、BP:浮遊性種と底生性種の両方を含む種。

表2 測点ごとの優占種

単 位：細胞数/L

測点	砂浜域						沖合域
	D.L.0m		D.L.-0.5m		D.L.-1m		
	表層	底層	表層	底層	表層	底層	
優占1位	CR (135600)	CR (78000)	Th (22800)	CR (54600)	PR (36000)	CR (130800)	CR (16500)
優占2位	Hr (43800)	Hr (24600)	PR (20400)	Hr (46800)	CR (26400)	PR (62400)	PR (13500)
優占3位	Th (23400)	PR (21000)	CR (16800)	PR (32400)	Cs (23100)	Hr (60000)	Cd (6750)
優占4位	HA (22800)	Th (17100)	Hr (13800)	Th (21900)	Cd (20400)	Cs (21300)	GY (5100)
優占5位	PR (22200)	HA (9600)	Cd (11100)	Cd (21600)	Th (17700)	Cd (21000)	PE (4200)
		uf (9600)					

※CR : Cryptophyceae, Hr : *Heterocapsa rotundata*, Th : *Thalassiosira* spp., HA : Haptophyceae, PR : Prasinophyceae, Cd : *Chaetoceros debile*, Cs : *Chaetoceros sociale*, GY : Gymnodiniales, PE : Peridinales, uf : unidentified flagellates

Heterocapsa rotundata が多く出現した。D. L. -0.5 m では、D. L. 0 m と優占種の組成は同様であるが、順位に若干の違いが見みられ、表層で浮遊性の植物プランクトンである珪藻綱の *Thalassiosira* spp.、底層でクリプト藻綱が優占し、それぞれ総細胞数の 14.4%、19.5% を占めた。このほか、表・底層ともにプラシノ藻綱や *Heterocapsa rotundata* も多く出現し、これら 4 種で総細胞数のそれぞれ 46.6%、55.7% を占めた。D. L. -1 m では、表層でプラシノ藻綱、底層でクリプト藻綱が優占し、それぞれ総細胞数の 20.1%、33.2% を占めた。そのほか表層では浮遊性の植物プランクトンである珪藻綱の *Chaetoceros debile* や *Chaetoceros sociale* など多く出現し、底層ではプラシノ藻綱と *Heterocapsa rotundata* が多く出現した(表2、図3)。

このように、出現種類数や細胞数については測点や表・底層に顕著な違いは認められなかったが、優占種の組成については総じて小型の鞭毛藻類が優占する点では似通っているものの、各測点で異なる結果もみられた。

3.2 沖合域

沖合域に出現した植物プランクトンは珪藻綱が 24 種類、渦鞭毛藻綱が 6 種類、クリプト藻綱、黄金色藻綱、ハプト藻綱、ユーグレナ藻綱、プラシノ藻綱、不明鞭毛藻類が各 1 種類の計 36 種類であった(表1)。

細胞数は 8.1×10^4 細胞/L で、クリプト藻綱が優占

し、総細胞数の 20.4% を占めた。ついでプラシノ藻綱が多く出現し、総細胞数の 16.7% を占めた。出現種は浮遊性種が圧倒的に多く、全体の 97.5% を占めた。また、底生性種は出現せず、浮遊性と底生性の両方の性質を含む種としては珪藻綱の *Melosira sulcata* などがわずかに出現した。

3.3 砂浜域と沖合域の比較

砂浜域での植物プランクトン相の特徴を明確にするため、沖合域での結果との比較を行った。なお、砂浜域の値はすべての測点の表層の平均値を用いた。

種類数についてみると、砂浜域の 49 種と比べ、沖合域は 36 種とやや少なかった。

細胞数についてみると、砂浜域の平均細胞数は沖合域の総細胞数の 2.5 倍以上であった(図4)。出現種は砂浜、沖合域ともに浮遊性種がそれぞれ 85.3%、97.5% を占めた。優占種をみると、砂浜、沖合域ともにクリプト藻綱が優占し、ついでプラシノ藻綱が多く、これら 2 種の合計比率もほぼ同等であった。また、砂浜域では *Heterocapsa rotundata* や *Thalassiosira* spp. が多く出現し、沖合域では *Chaetoceros debile* や渦鞭毛藻綱の Gymnodiniales が多かった(図5)。注目すべき点としては、砂浜域の第 3 優占種である *Heterocapsa rotundata* の出現が沖合域ではみられなかったことがあげられる。本種は河口域などでプランクトンとしてもしばしば採集されるが、砂の間隙などにも生育する底生性種であり、広い海域で発見される種である(千原・村野, 1997)。

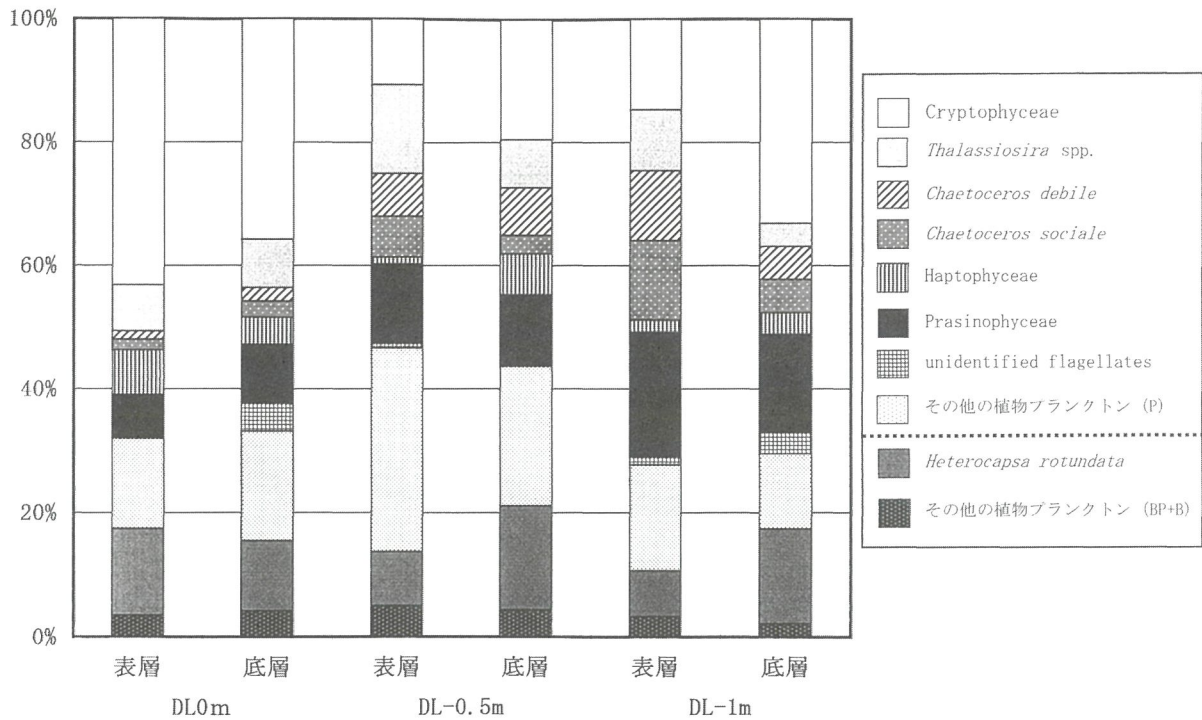


図3 砂浜域の植物プランクトンの上位種の占める割合
(点線より上が浮遊性種、点線より下が底生性種と浮遊性と底生性の両方を含む種)

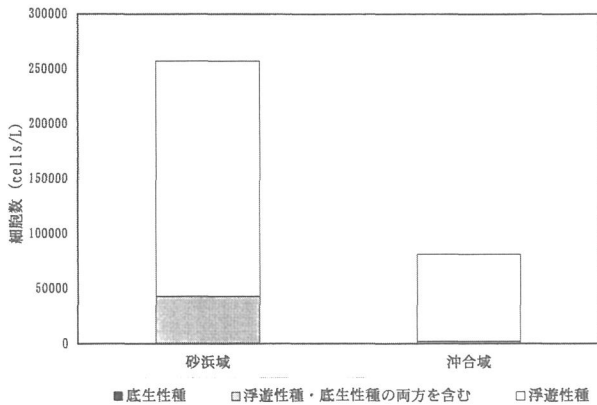


図4 砂浜域と沖合域の植物プランクトンの細胞数

砂浜域の各測点による種組成については、いずれの試料も小型の鞭毛藻が優占する点で共通していたが、その一方で優占種とその細胞数にいくつか傾向があった。底泥の影響が強いといえる測点では底生性種の *Heterocapsa rotundata* の細胞数が多く、その傾向は沖側の D.L. -1m ほど顕著で、水柱内の混合がより盛んである岸側の D.L. 0 m では表層と底層の細胞数に大きな違いがなかった。優占したクリプト藻綱やプラシノ藻綱の細胞数にも同様の傾向がうかがえた。

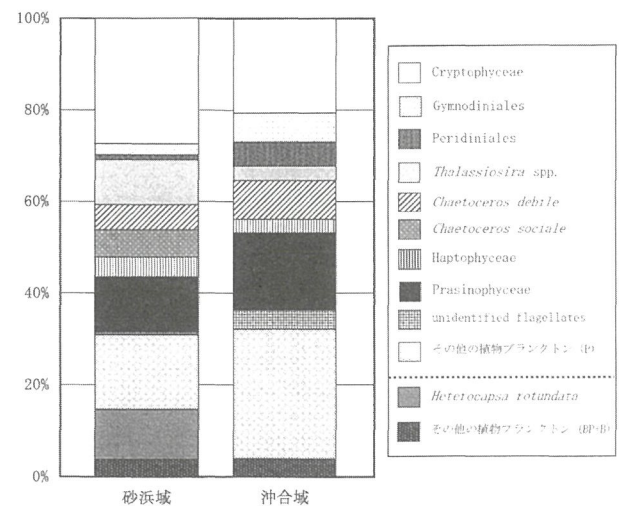


図5 砂浜域と沖合域の植物プランクトンの上位種の占める割合
(点線より上が浮遊性種、点線より下が底生性種と浮遊性と底生性の両方を含む種)

3.4 昨年との比較

昨年の碎波帯での植物プランクトン結果と、本年の結果との比較を図6、7に示す。なお、昨年は底層しか採水を行っていないため、昨年の値は満潮時のすべての測点の平均値を、本年の値はすべての測点

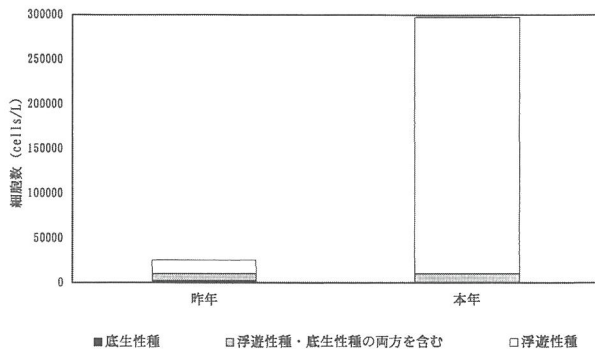


図6 昨年と今年の砂浜域の植物プランクトンの細胞数

の底層の平均値を使用した。

種類数についてみると、本年の種類数は47種であり、昨年の42種とほぼ同等であった。

細胞数についてみると、本年は昨年の10倍以上多く、浮遊性種が97%を占めて圧倒的に多かった。一方、昨年は浮遊性種が最も多い点は本年と同様であるが、その比率は60%で、浮遊性と底生性の両方を含む種が30%、底生性種が10%を占めた(図6)。また、分類群ごとにみても、本年はクリプト藻綱と珪藻綱がそれぞれ30%、渦鞭毛藻綱が20%を占めていたのに対し、昨年は珪藻綱が60%を占めて優占し、次いで不明鞭毛藻類が30%を占め、本年の組成は細胞数、優占種ともに昨年とは異なる結果となった(図7)。

本年は浮遊性種の出現が多く、浮遊性種のなかでも昨年は出現がほとんどみられなかった小型の鞭毛藻類であるクリプト藻綱やプラシノ藻綱が多かった。また、底生性種として知られる *Heterocapsa rotundata* も小型の鞭毛藻であるが、本年は多く出現したのに対し、昨年は出現しなかった。さらに、*Nitzschia* spp.、*Navicula* spp. および *Cylindrotheca closterium* など、底生性種を多く含む珪藻類が出現したが、その細胞数は昨年に比べると少なかった。

4. 考察

昨年と今年の調査を通じ、砕波帯における植物プランクトン相は潮汐によって種組成が異なるが、表

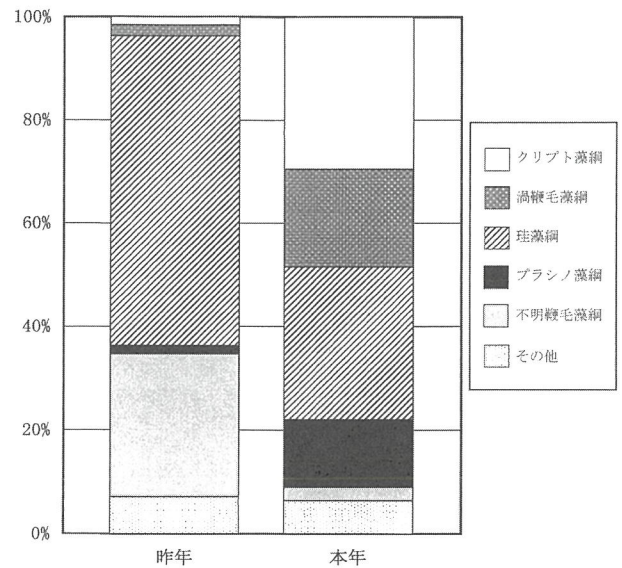


図7 昨年と今年の砂浜域の植物プランクトンの分類群ごとの割合

層と底層の組成には顕著な違いがみられないことがわかった。これは波の作用によって砕波帯の水柱内で絶えず攪乱が起きているためと考えられる。昨年の干潮時の砕波帯では、底生性の植物プランクトンの出現が多くみられたが、これは水深が浅いために波の攪乱作用が強く、底泥中の植物プランクトンが水柱内に巻き上げられたためと考えられた。*Nitzschia* 属をはじめとした底生性の珪藻は、昼間の低潮時に砂の表面に移動し、再び潮が満ちる前に海底下の間隙に戻るといった鉛直回遊を行うことが知られている (Brawn and McLachlan, 2002)。

本年の調査では小型の鞭毛藻中心の組成であり、加えて出現したプランクトンのほとんどが浮遊性の植物プランクトンで、表・底層の組成の類似性から、満潮時には波の作用によって水柱内が攪乱されているものの、底泥中の植物プランクトンを巻き上げるほどの強さではなかったと推察される。砂浜域の表層と底層の種組成にも顕著な違いがなかったことは、砂浜域では波やうねりによる影響により水柱内の混合が進んでいたといえるが、底生性の種組成比が低かった結果は、調査時の水深や波による攪乱などの物理的影響を反映した結果で、潮汐リズムと大きくかかわっていた可能性が考えられる。

昨年調査では珪藻中心の組成であり、碎波帯内の底生性中心の植物プランクトンに、沖合の浮遊性の植物プランクトンを含む水が流入することで独自のプランクトン相を形成した。一方、本年は砂浜域と沖合域に同様のプランクトンが分布し、調査した海域の表層全域で小型の鞭毛藻類が増殖し、栄養塩の豊かなより沿岸で細胞数が多く、沖ほど少なくなる状態を反映した結果であると考えられる。また、浮遊性の珪藻である *Chaetoceros* 属や *Rhizosolenia* 属などは砂浜域と沖合域で細胞数に大きな違いはなかった。

砂浜域で底生性の珪藻や *Heterocapsa rotundata* が優位であった一方、浮遊性の *Prorocentrum balticum* や *Rhizosolenia phuketensis* などが沖合域でしか観察されなかったことから、種組成や細胞数の違いから砂浜域と沖合域の水の交換はあるものの、その交換は緩やかであったと考えられる。砂浜域の植物プランクトンの総細胞数が沖合域の3倍以上も多かったことも、これを示唆するといえる。

本年の調査では、海域全体でクリプト藻綱やプランシノ藻綱などの小型の鞭毛藻類が多かった。昨年行った本海域での小型動物プランクトンの調査において、*Oithona davisae* のコペポダイト期幼生が多く出現していたが、小型の橈脚類である *Oithona davisae* は特に発生初期において珪藻よりも小型の鞭毛藻類を好む (Uchima & Hirano, 1986) ことから、砂浜域を含む本海岸全体が *Oithona davisae* のコペポダイト期幼生にとって好適な環境であったといえる。

一方、砂浜の広がる本海域はヒラメの良好な漁場として知られており、砂浜域がヒラメなどの稚仔魚にとっても重要な餌場のひとつとなっていると考えられる。相模湾における底生魚類の稚仔魚は浮遊している植物プランクトンよりも海底の砂粒表面に付着した珪藻を好んで食べる (片山, 2005) との報告があるほか、本海域の砂浜域における底生微細藻類の分布調査では、満潮時の微細藻類は底泥 0.5 ~ 1.0 cm に極大を持つ、底泥表層部に多くの珪藻が分布することが明らかとなっている (清沢, 2008)。しかし、本

年の調査での砂浜域の水柱内のプランクトン組成は、底生性種のきわめて少ない結果となり、底生魚とその食性との関係についてはさらなる調査が必要と考える。

5. まとめ

Brawn and McLachlan (2002) が碎波帯の生物相についての報告の中で、碎波帯では調査に困難が伴うために、碎波帯の生物相は沿岸の他の生態系の生物相にくらべてあまり関心が払われてこなかったと報告している通り、碎波帯といった特異的な環境におけるプランクトン相を把握するためには、潮汐に加えて沖合水の影響や波の攪乱作用、また河川水の影響といったさまざまな物理的作用を考慮することが必要であり、今後は水柱内の植物プランクトンの時系列的な挙動とともに、底質中の微細藻類の組成を含めた調査結果からの考察が望まれる。

昨年と本年の調査を通じた潮汐の一断面の結果からは、両年に共通する砂浜域のプランクトン組成の特徴を抽出するまでには至らなかった。しかし、底生性種に着目したときに両年でまったく異なった組成が得られたことから、砂浜域水柱内は改めて特徴を把握することの困難な場であるとともに、波という物理的環境と同様に、生物的餌環境についても著しく変動の激しい場であることが明らかとなった。

参考文献

- Brawn, A.C. and A. McLachlan (須田有輔・早川康博訳) 2002. 砂浜海岸の生態学. 東海大学出版会, 175-198.
- 千原光雄・村野正昭編. 1997. 日本産海洋プランクトン 検索図鑑, 東海大学出版会.
- 弘田禮一郎. 1986. 沿岸環境調査マニュアル. 恒星社厚生閣, PP. 177-191.
- 広田祐一. 1998. 餌料としてのかいあし類・アミ類の生態. 千田哲資・木下 泉 (編). 砂浜海岸における仔稚魚の生物学. 恒星社厚生閣, pp. 78-88.
- 伊藤絹子・大方昭弘. 1998. 砂浜浅海域生産系と河口生産系の相互連関. 千田哲資・木下 泉 (編). 砂浜海岸に

- おける仔稚魚の生物学. 恒星社厚生閣, pp. 52-64.
- 片山知史. 2005. 相模湾沿岸砂浜域における底魚類の食物連鎖. 平成 17 年度中央水産研究所主要研究成果集. 研究のうごき. 第 4 号: 4-34.
- 清沢弘志. 2008. 小湊研修報告—砂浜における底生微細藻類の生態—. (株)日本海洋生物研究所 2008 年年報, pp. 51-61.
- 小海茉莉絵. 2008. 小湊研修報告—砂浜碎波帯におけるプランクトン相の特徴—. (株)日本海洋生物研究所 2008 年年報, pp. 42-50.
- 小海茉莉絵・浮田達也. 2007. 小湊研修報告—砂浜浅海域における動物プランクトンの分布—. (株)日本海洋生物研究所 2007 年年報, pp. 46-52.
- 塩谷 剛・橋本 絢・小海茉莉絵. 2005. 新人研修報告—天津小湊海域の低次食物連鎖構造について—. (株)日本海洋生物研究所 2005 年年報, pp. 6-15.
- Uchima, M. and R. Hirano. 1986. Food of *Oithona davisae* (Copepoda: Cyclopoida) and effect of food concentration at first feeding on the larval growth. Bull. Plankton Soc. Japan. 33: 21-28.