

三河湾および伊勢湾における物理環境と植物プランクトン群集の比較

廣田 佑介

1. はじめに

植物プランクトンは、水域の基礎生産を担い生態系を支える重要な存在である。一方で、赤潮の発生による漁業被害や貧酸素水塊の発生原因となることもあり、植物プランクトンの増殖機構は数多く研究されている（例えば、今井ら、1998；長副ら、2009）。そして、一般に水温、塩分、光環境が植物プランクトンの増殖に大きく関わっている事が知られている（山口・本城、1989；柴加田、2010）。

今年度の新人研修は愛知県の師崎近海で行った。三河湾と伊勢湾は隣り合う海域ながらその環境は異なっている（赤石ら、2005）。そこで本報は、両湾の物理環境と植物プランクトン相を比較することで、物理環境の違いが植物プランクトン群集に及ぼす影響を把握することを目的とした。

2. 調査方法

調査は2022年4月21日に三河湾、伊勢湾及びその中間に設けた3地点（図1）において環境測定並びに採水を行った。3地点の水深はSt.1が10.9 m、St.3が14.1 m、St.5が20.0 mであった。

物理環境は、多項目水質計（AAQ-RINKO, JFEアドバンテック（株））を使用し、水温、塩分、濁度及び光量子の鉛直分布を海面下（水深0.1 m）から海底まで0.1 m間隔で測定した。なお、クロロフィルa蛍光、溶存酸素（DO）の測定結果も併せて示す。

植物プランクトンはバンドーン採水器を用いて、各地点の上層（海面下0.5 m）及び中層（海面下6 m）で採水を行い、最終濃度3%となるように中性ホルマリンで固定し、同定及び計数を行った。

得られた計数結果をもとに各地点の類似度を調べるため、統計解析ソフトR（ver.4.2.2）を使用し統計解析を行った。

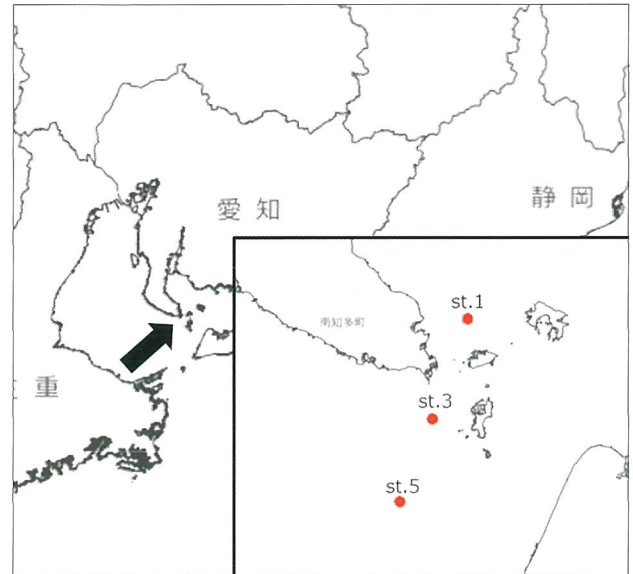


図1 調査地点

3. 結果

3.1 物理環境

各地点における水温、塩分、濁度、光量子、クロロフィルa蛍光、DOの鉛直分布を図2、図3及び図4に示す。

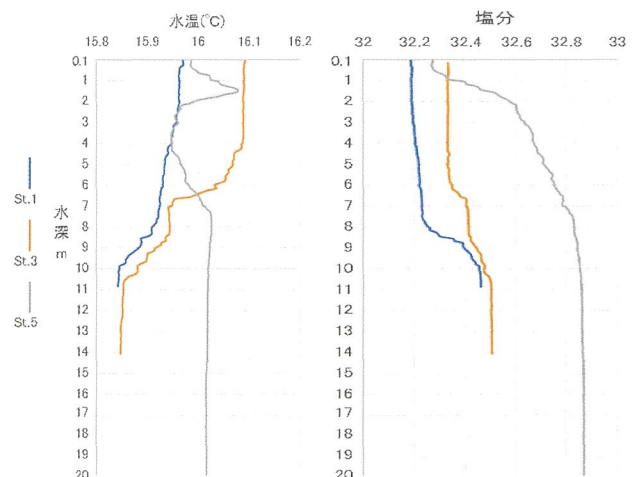


図2 各地点における水温、塩分の鉛直分布

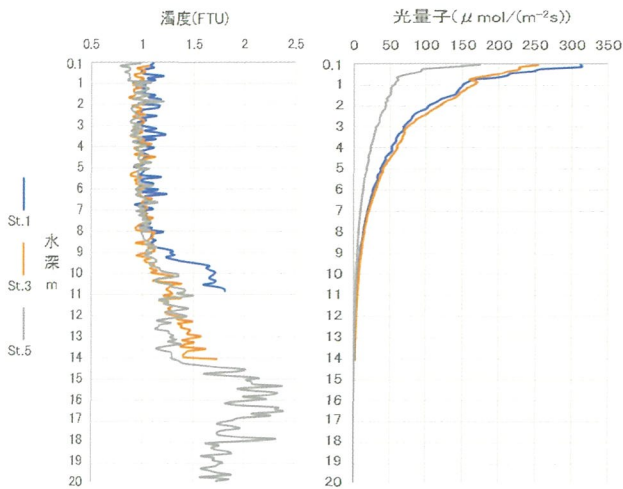


図3 各地点における濁度、光量子の鉛直分布

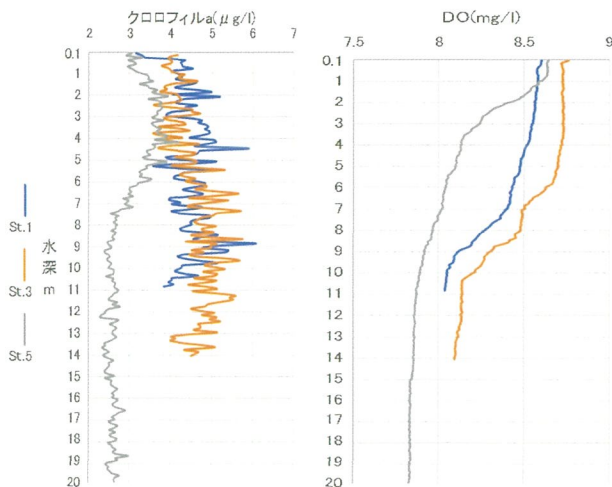


図4 各地点におけるクロロフィルa 蛍光、DOの鉛直分布

水温は、St.1において下層まで徐々に低下しているが、海面から下層までの水温変化は小さかった。St.3は海面から水深4 mまで水温は一定であり、混合していたと考えられるが、それ以深は水温の低下が見られた。一方、St.5の水温は、海面から水深7 m付近まで変化の幅が0.1°C程度の変動が見られたが、7 m以深は一定であった。

塩分は、St.1並びにSt.3で6 m～8 m付近まで一定であったが、St.5では1 m～8 m付近まで増加し、8 m以深で一定となった。

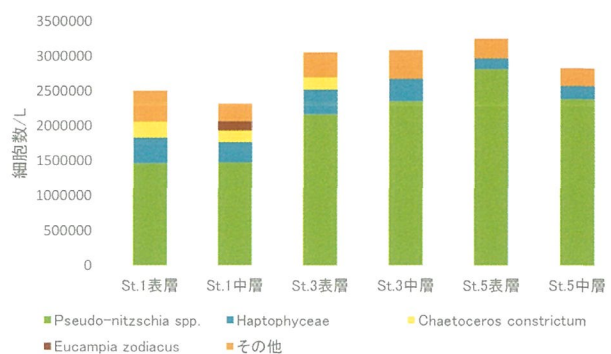
濁度は深度の増加と共に徐々に増加しており、光量子及びDOは深度の増加と共に低下している。クロロフィルa 蛍光はSt.1並びにSt.3では一定の値を増減しているが、St.5

では増減しながら深度の増加と共に小さく減少している。

水温、塩分などの物理環境の測定結果からSt.1及びSt.3の表層～中層では鉛直混合が起きており、それぞれの測点で均一な環境であったと考えられた。一方、St.5の表層～中層では、水温変化の幅は小さいものの複雑な変動を示しており、塩分も大きく増加しているため、より沖合の水塊との混合がおきていた可能性が考えられた。

3.2 植物プランクトン

各地点における植物プランクトンの分析結果を表1に示す。また、図5で各地点及び各採水層における1 Lあたりの細胞数の優占上位5%以上の種を示し、5%以下の種をその他としてまとめた。

図5 各地点(採水層別)の植物プランクトン細胞数
優占上位5%以上の種と5%以下をその他とした。

出現した植物プランクトンは、珪藻綱30種、渦鞭毛藻綱15種、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種の合計50種であった。

全ての地点並びに採水層で珪藻綱の*Pseudo-nitzschia* spp.が最も多く、ハプト藻綱のHaptophyceaeが次いだ。

また上記2種の他に、St.1の表層、中層及びSt.3の表層で温帯性の*Chaetoceros constrictum*が、St.1の中層で暖海域では冬季によく出現する*Eucampia zodiacus*が上位5%以上の種であった。

1 Lあたりの合計細胞数はSt.5の上層が3,260,400細胞/Lと最も多く、種類数ではSt.1の上層が39種と最も多い結果となった。

St.1における*Pseudo-nitzschia* spp.並びに

表 1 植物プランクトン分析結果

調査時期: 令和4年4月21日

単位: 細胞数/L

調査域: 師崎

番号	門	綱	目	科	種	測点	地点①		地点③		地点⑤			
							表層	中層	表層	中層	表層	中層		
1	クリプト植物	クリプト藻	—	—	Cryptophyceae		26400	24000	21600	7200	7200	28800		
2	渦鞭毛植物	渦鞭毛藻	プロロケントルム	プロロケントルム	Prorocentrum balticum		1200	1200	2400	2400				
3					Prorocentrum dentatum		2400							
4					Prorocentrum minimum		2400	4800	3600	3600	1200	1200		
5					Prorocentrum triestinum							1200		
6			ディノフィシス	ディノフィシス	Dinophysis rotundata							300		
7			ギムノディニウム	ギムノディニウム	Gymnodinium sp.						1200	1200		
8					Gyrodinium sp.		300	600	300				300	
9					—	Gymnodiniales		46800	31200	21600	33600	8400	38400	
10					ピロキスティス	ピロキスティス	Dissodinium pseudolunula		600	900	900	900	300	600
11					ペリディニウム	ケラチウム	Ceratium fusus			300	300			
12				Ceratium kofoidii				300						
13				ゴニオラックス		Alexandrium sp.		1200	2400	2400				
14				ペリディニウム		Protoperidinium spp.		2400	3600	6000	2400	3600	1200	
15				カルキオディネラ		Scrippsiella sp.		3600	2400	1200			1200	
16				—		—	Peridinales		19200	7200	1200	9600	7200	7200
17			不等毛植物	珪藻	円心	タラシオシーラ	Skeletonema costatum		2400	14400	22800	16800	10800	7200
18	Thalassiosira spp.						4800	4800	2400			4800	2400	
19	Thalassiosiraceae						12000	2400						
20	メロシーラ	Leptocylindrus danicus					7200	3600	27600	13200	15600	2400		
21		Leptocylindrus minimus					3600							
22	リゾソレニア	Guinardia flaccida					300	600	900	300	300	300		
23		Rhizosolenia alata					300							
24		Rhizosolenia fragilissima					4800		3600	4800	7200			
25		Rhizosolenia indica					3600	3600	5400	6000	900	900		
26		Rhizosolenia phuketensis								2400		2400		
27		Rhizosolenia setigera					3000	2400	1800	2700	1500	600		
28		Rhizosolenia stolterfothii					1800	1800	1200	2400	900	1200		
29		ビドゥルフィア			Cerataulina pelagica		97200	80400	124800	57600	46800	14400		
30	Eucampia zodiacus					100800	131400	30600	67800	25800	15600			
31	キートケロス	Chaetoceros compressum										4800		
32		Chaetoceros constrictum				230400	168000	172800	115200	72000	33600			
33		Chaetoceros danicum				6000	6000	14400	10800	34800	16800			
34		Chaetoceros didymum var. anglica				6000	8400	9600	7200	4800	9600			
35		Chaetoceros didymum var. protuberans				1200	2400	1200	1200					
36		Chaetoceros distans									2400			
37		Chaetoceros subsecundum				2400								
38		リトデスムム			Ditylum brightwellii				300					
39	羽状	ディアトーマ			Asterionella glacialis		19200	9600	7200			12000		
40					Licmophora sp.			1200						
41					Thalassionema nitzschioides					2400		2400		
42					Thalassiothrix frauenfeldii		600	1200	4800	3000	2400	600		
43		ナビキュラ			Pleurosigma sp.		300	300				300		
44		ニッチア			Cylindrotheca closterium		7200	8400	7200	9600	1200			
45	Pseudo-nitzschia sp. cf. pungens)					24000	9600	22800	8400	4800	2400			
46	Pseudo-nitzschia spp.					1471200	1478400	2174400	2359200	2822400	2390400			
47	ハプト植物	ハプト藻	—	—	Haptophyceae		362400	292800	355200	324000	152400	187200		
48	ユーグレナ植物	ユーグレナ藻	—	—	Euglenophyceae				1200		4800			
49	緑色植物	ブラシノ藻	—	—	Prasinophyceae		14400	13200	4800	8400	12000	16800		
50	不明鞭毛藻類	—	—	—	unidentified flagellates		16800	4800	7200	7200		33600		
合計							2510700	2328300	3065700	3091500	3260400	2835600		
種類数							39	35	35	30	31	30		
沈殿量 (ml/L)							0.10	0.15	0.25	0.18	0.20	0.12		

Haptophyceaeの優占率は、表層で73.0%、中層では76.0%であり、最も低かった。St.3の表層は82.5%、中層は86.7%だった。St.5における両種の優占率が最も高く、表層で91.2%、中層で90.9%と卓越していた。種数ではSt.1の表層が39種、中層で35種、St.3の表層で35種、中層で30種。St.5では表層で31種、中層で30種であった。

3.3 解析

解析は地点間のBray-Curtis非類似度指数を求め、クラスタ解析を行った。クラスタリング方法は最長距離法（完全連結法）を用い、デンドログラムを描画した。（図6）クラスタ解析の結果から、非類似度指数0.25でSt.5の表層とその他で大きく2つに区分して考察を試みた。

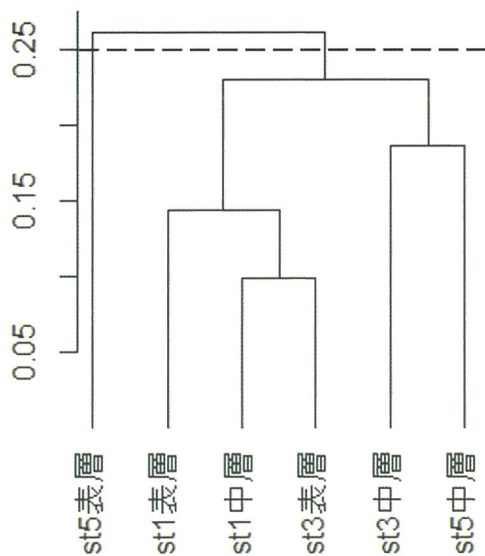


図6 Bray-Curtis非類似度指数を用いた植物プランクトン群集のクラスタ解析結果

4. 考察

クラスタ解析と物理環境の測定結果から水塊構造と植物プランクトン群集との関連が見られた。St.1、St.3の表層並びに中層で混合が起こっており、植物プランクトン群集も類似していたと考えられた。

St.5では、表層並びに中層で混合は起こっておらず、Bray-Curtis非類似度指数も類似していなかった。St.5の表層は*Pseudo-nitzschia* spp.が最も多く、かつ不明鞭毛藻類が出現しなかった点の特異であった。このように、物理環境による躍層が群集を隔てていると考えられた。

本調査結果では、物理環境による躍層が群集構造に影響を与えていた可能性が推察されたが、群集構造を大きく変化させる要因とはなっていなかったと考えられた。群集を決定する要因として物理環境以外に栄養塩や金属、捕食圧、ウイルスなどの要因（角皆，1979；工藤ら，2019；成田，1980；長嶋ら，2005）がある。このことから三河湾、伊勢湾に跨る本調査海域における植物プランクトンの群集構造を決定する要因としては、物理環境の他にも様々な要因があり、それらの要因が複合的に作用し群集を変化させていると推測された。

参考文献

- 赤石正廣・大島 巖・鶴飼亮行・青井浩二・黒田伸郎, 2005. 現地観測による伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊の挙動の把握. 海洋開発論文集, 21 : 391-396.
- 今井圭理・小達恒夫・梁田 満・米田義昭, 1998. 夏季噴火湾における物理・化学環境の変化に対する植物プランクトン群集の応答. 水産海洋研究, 62 (2) : 89-96.
- 工藤 勲・國分治代・宮本真希子・野入善史, 2019. 植物プランクトンの生理と窒素代謝に与える鉄の影響. 沿岸海洋研究, 56 (2) : 105-114.
- 長嶋慶三・高尾祥丈・白井葉子・水本祐之・外丸裕司, 2005. プランクトンに感染するウイルスに関する分子生態. ウイルス, 55 (1) : 127-132.
- 長副 聡・島崎洋平・松原 賢・柴加田知幸・山崎康裕・吉田幸史・久野勝利・大嶋雄治・本城凡夫, 2009. 有明海奥部, 塩田川河口海域における物理・化学的要因と植物プランクトンの増殖との関係. 沿岸海洋研究, 46 (2) : 141-151.
- 成田哲也, 1980. 植物プランクトン群集への動物の関わりあい. 日本プランクトン学会報, 27 (2) : 138-139.
- 柴加田知幸・櫻田清成・城本祐助・生地 暢・吉田 誠・大和田紘一, 2010. 八代海における植物プランクトンの増殖に与える水温・塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌, 76 (1) : 34-45.
- 角皆静男, 1979. 植物プランクトン組成を決定する第一因子としての溶存ケイ素. 北大水産彙報, 30 (4) : 314-322.
- 山口峰生・本城凡夫, 1989. 有害赤潮鞭毛藻 *Gymnodinium nagasakiense* の増殖におよぼす水温・塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌, 55 (11) : 2029-2036.

