

2010年～2021年における相模湾の底質と底生生物群集の経年変化

吹野 友里子

Secular change in bottom materials and macrobenthic community
in Sagami Bay from 2010 to 2021

Yuriko FUKINO*

緒 書

相模湾の浅海域は、定置網、刺し網及びしらす船びきなどの漁場であり、水産動物の成育場でもあることから、その漁場環境の推移などを把握することは重要である。神奈川県による相模湾の底質と底生生物を対象とした調査は、1971年の東京湾口・相模湾沿岸の底質調査に始まり^{1, 2)}、1978年～1981年^{3, 4)}と1988年～1989年⁵⁾にかけて実施されてきた。

神奈川県水産技術センター相模湾試験場（以下、相模湾試験場という。）では、相模湾の漁場環境の基礎資料とするために、2006年より藻場や底質等の水域環境についての定期的な調査を「漁場環境保全調査」⁶⁾として開始した。当初は境川河口と相模川河口の2区域、各々水深10m、30m、50mの計6測点に限定していたが、2010年より相模湾に流入する6河川河口沖（東から境川、相模川、金目川、酒匂川、早川、千歳川）の水深20m測点と金目川と酒匂川のおおよそ中間地点である二宮インター沖の同じく水深20m測点を加えた合計7測点の調査を実施した。

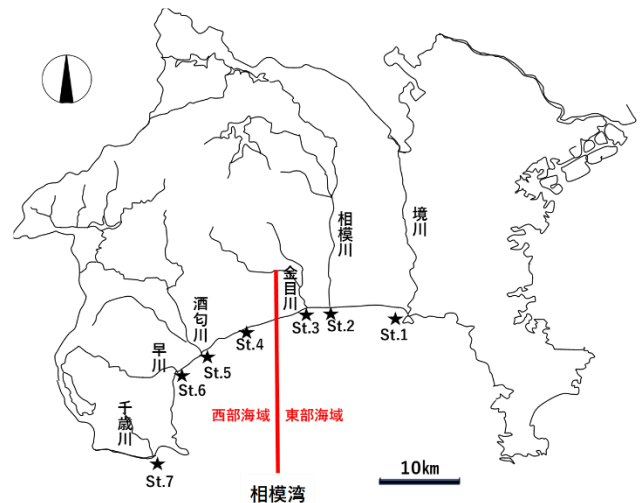
本研究ではこのうち2010年～2021年の底質と底生生物の経年変化をまとめ、底質と底生生物群集の傾向を精査するとともに、底生生物に関しては1980年代の知見と比較を行った。

材料と方法

調査測点

調査測点を図1に示す。相模湾に流入する6河川（境川、相模川、金目川、酒匂川、早川、千歳川）の河口沖と二宮インター沖のそれぞれ水深20mに測点を

設け、東からSt.1～St.7とし、相模湾の東側（St.1～St.3）と西側（St.4～St.7）に分けて評価した。2010年度から年2回（2020年、2021年度は1回）、底質と底生生物の調査を行った（表1）。なお、St.7は2011年度からの調査開始で、St.4は2013年～2015年7月の間と、2017年度は調査測点としていなかった。また、2015年12月以降のSt.5は相模湾試験場による「酒匂川濁流影響調査」⁷⁾のデータを使用した。



測点	河口からの距離	北緯	東経
St.1	約2km	35度17.786分	139度27.796分
St.2	約1km	35度18.246分	139度22.408分
St.3	約1km	35度18.240分	139度20.217分
St.4	*	35度17.495分	139度15.886分
St.5	約300m	35度15.447分	139度11.223分
St.6	約300m	35度14.361分	139度09.291分
St.7	約1km	35度08.410分	139度07.311分

*・・・海岸からの距離約500m

図1 調査測点位置図

表1 調査年月

年度*	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
月	11	12	11	12	10	12	6	9	7	12	7	12
St.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.4	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
St.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
St.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
St.7	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-

年	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
月	11	12	7	12	7	12	9	1	7	12	7	12
St.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.4	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
St.5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
St.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
St.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

* 4月～翌年3月を1年とする
 - 欠測
 ■ 「酒匂川濁流調査」のデータを使用

調査方法

底質分析及び底生生物分析を行うための採泥は、相模湾試験場漁業調査船「ほうじょう」により、スミスマッキンタイヤー採泥器（採泥面積0.05 m²）を用いて行った。採泥は1測点につき3回行い、1回分を底質分析用の試料とし、2回分を底生生物分析用の試料とした。底質分析用試料は、2重にしたチャック付きポリエチレン袋に入れて密封し、保冷状態で持ち帰った。底生生物分析用試料は、船上で泥の全量を目合1mmのふるいにかかけ、網上に残った底生生物の全量を採取し、20%中性ホルマリンで固定して持ち帰った。

底質、底生生物試料の分析は業者に委託し行った。底質の分析項目は粒度組成、COD（Chemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量）、強熱減量及び全硫化物量とし、粒度組成は日本工業規格 JIS A 1204 に準拠し、本研究では粒径 0.075 mm 以下を粘土・シルト、粒径 0.075mm～0.25mm を細砂、粒径 0.25mm～2.0 mm を中粗砂、粒径 2mm 以上を礫として区分した。COD と強熱減量及び全硫化物量は環境省が定める「底質調査方法」⁸⁾に従い測定した。

底生生物の試料は、可能な限り種レベルまで同定し、個体数と湿重量を測定した。各測点の底生生物群集の多様性をシャノン・ウィナーの多様度指数 H' （…(1)式）により評価した。

$$H' = - \sum_i^s \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N} \quad \dots(1)式$$

S : 種類数
 N : 総個体数
 ni : 種iの個体数

また、測点間の類似度をホーンの重複度指数 R_0 （…(2)式）により評価し、底生生物群集構造について調査期間の12年を4年毎（2010～2013年、2014～2017年、2018～2021年）に区切り、クラスター分析を行った。重複度指数 R_0 は、各測点の類似性を求める指数で、値は0～1の範囲で示され、全く重複しなければ0で、種が全く同じで各種が同じ割合である場合は1.0となり、1.0に近いほど種組成が近いとされる。

$$R_0 = \frac{\sum_i(x_i+y_i)\log(x_i+y_i) - \sum_i x_i \log x_i - \sum_i y_i \log y_i}{(X+Y)\log(X+Y) - X\log X - Y\log Y} \quad \dots(2)式$$

X : 測点aの総個体数
 Y : 測点bの総個体数
 xi : 測点aの種iの個体数
 yi : 測点bの種iの個体数

底質環境の汚濁度の評価は、水産用水基準の「有機汚染に関連する測定項目を用いた底質環境の有機汚染度を評価するための4種の合成指標」⁹⁾に従った（表2）。この指標値が負の場合は「正常な海底」、正の場合は「汚染された海底」と判断される⁹⁾。

表2 有機汚濁度を評価するための合成指標

	使用する項目		
	底質	マクロベントス	項目数
合成指標①	COD、TS、MC		3
合成指標②	COD、TS、MC	H'	4
合成指標③	IL、TS、MC		3
合成指標④	IL、TS、MC	H'	4

◇ COD（化学的酸素要求量）、TS（全硫化物量）、MC（粘土・シルト割合）
 IL（強熱減量）、H'（マクロベントス群衆の多様度指数）

結果

底質

粒度組成の経年変化を図2に示す。調査期間を通して St.1 と St.2、St.3 及び St.7 では細砂が主体の組成で、中粗砂は1割以下であった。St.4 と St.6 では細砂が主体かつ中粗砂の占める割合は2割前後であった。St.5 では他測点より細砂の割合が低く、中粗砂の割合はやや高く、調査年月によっては粘土・シルトの割合が高くなることや、反対に礫の割合が高くなることなど粒度組成には変動がみられた。底質の粒径は、St.6 までは沿岸を東から西に行くに従い大きくなる傾向があり、St.7 は St.1～St.3 と類似した粒度組成であった。

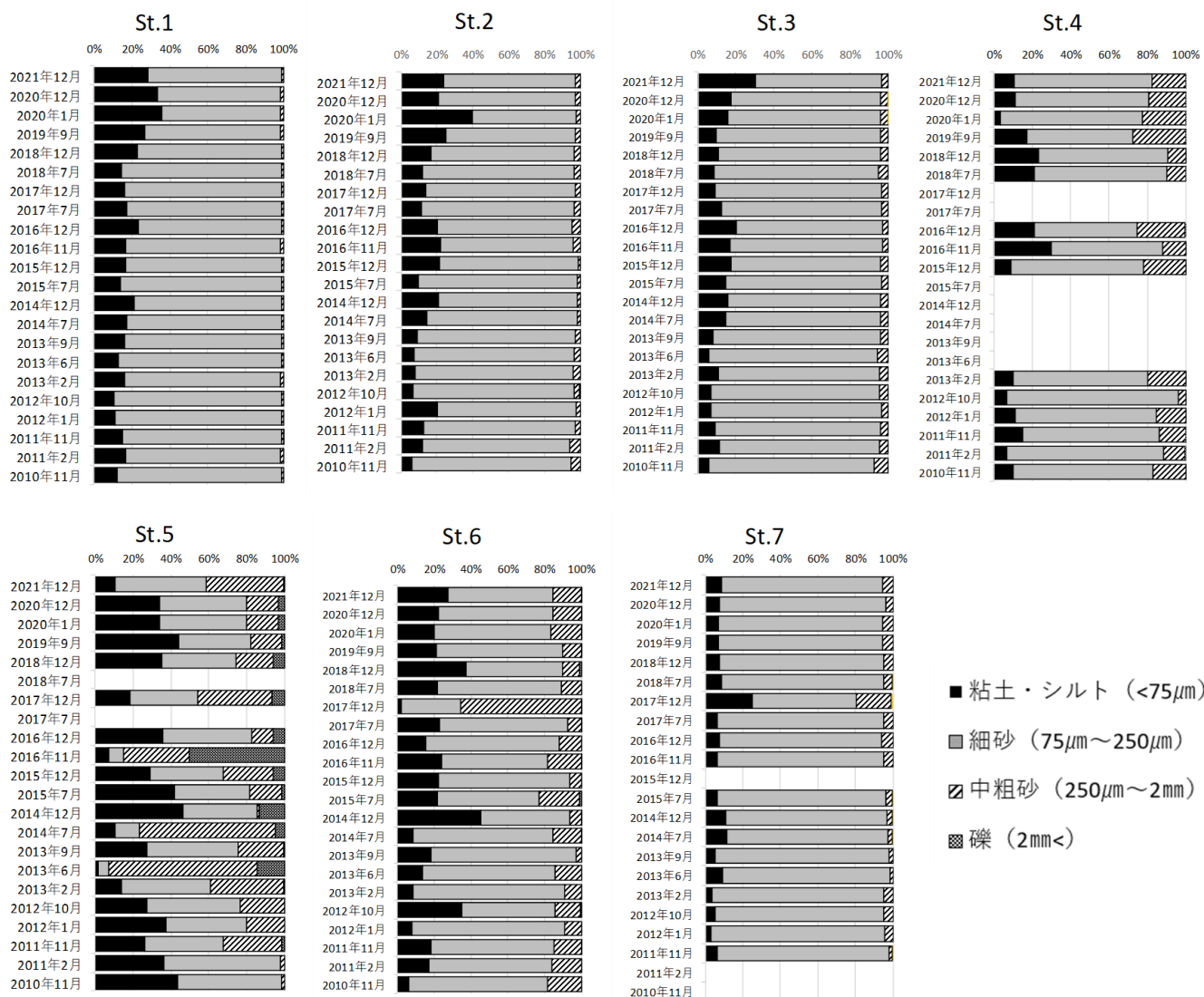


図2 測点別 粒度組成経年変化

COD、強熱減量、全硫化物量経年変化を、金目川を境に東側 (St. 1～St. 3) と、西側 (St. 4～St. 7) とに分けて示した (図3-1～図5)。

CODは、St. 1～St. 3とSt. 7では5.0mg/g以下で推移していた。一方、St. 5は0.4～13.8mg/gの間を推移し、St. 6は0.6～7.4mg/gの間を推移していた (図3-1)。CODの平均値はSt. 5の4.59±2.76 mg/g、St. 6の3.43±1.69の順に高く、他5測点は1.54～2.67の範囲内であった (図3-2)。

強熱減量は、St. 1～St. 3では2.0～4.5%、St. 4～St. 7は概ね1.0～6.0%間を推移していたが、St. 5では1.6～7.7%となり変動が大きかった (図4-1)。強熱減量の平均値はSt. 1が3.73±0.41%で一番高く、St. 4が2.01±0.80%で一番低かった (図4-2)。

全硫化物量は、全ての測点で概ね0.1mg/g以下の値

で推移していたが、St. 6では変動が大きく、2012年10月に0.26mg/g、2014年12月に0.38mg/g、2018年7月に0.72 mg/gと水産用水基準値 (0.2mg/g) を超過する高い値を示した (図5)。

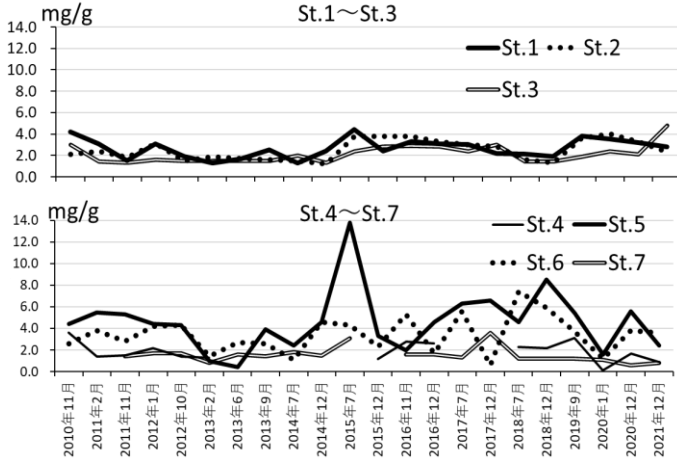


図3-1 COD経年変化

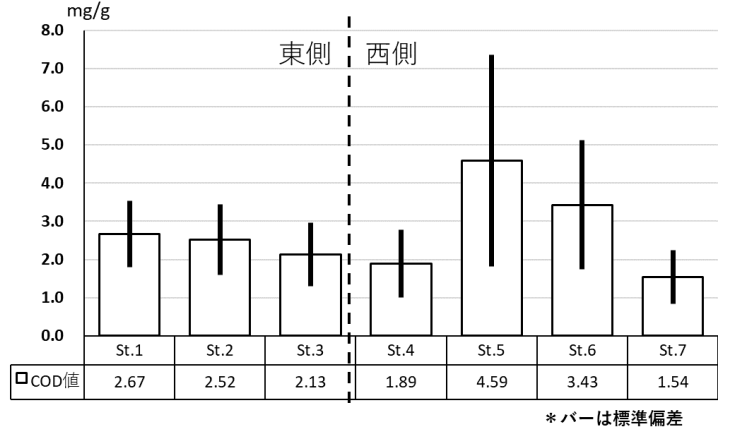


図3-2 測点別 COD平均値

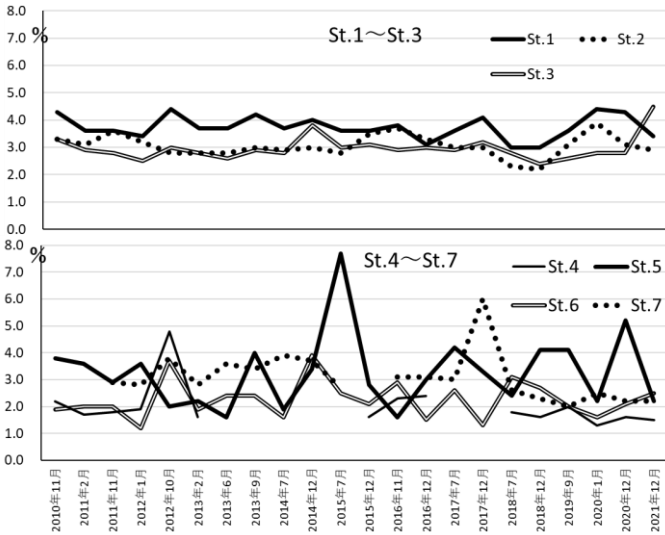


図4-1 強熱減量経年変化

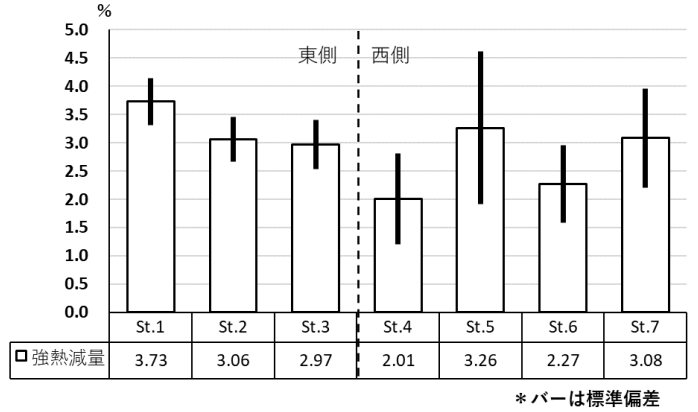


図4-2 測点別 強熱減量平均値

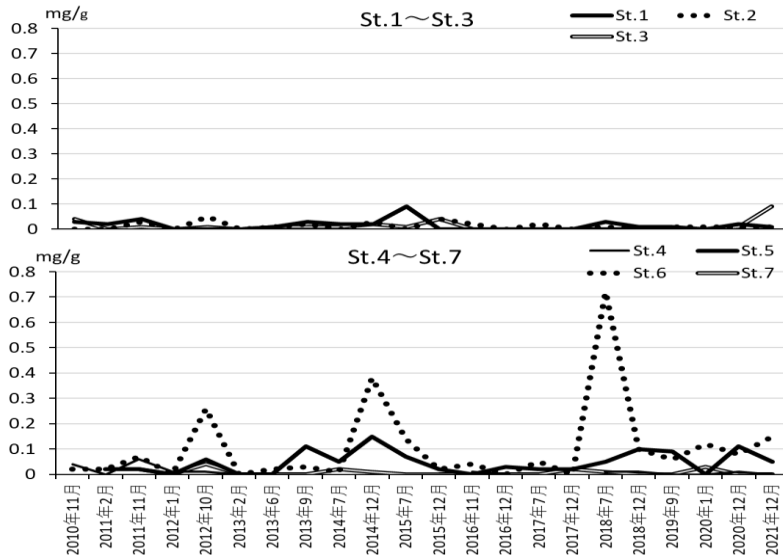


図5 全硫化物量経年変化

底生生物の生息密度、種類数及び多様度指数

測点別の生息密度と種類数と多様度指数の結果を表3に示す。

生息密度は、最大がSt. 5の739個体/0.1m²（2013年2月）で、最小がSt. 6の6個体/0.1m²（2017年12月）であった。種類数は、最大がSt. 4の71種類/0.1m²（2019年9月）で、最小がSt. 6の5種類/0.1m²（2017年12月）であった。

種類数と生息密度から算出される多様度指数は、最大値がSt. 4の5.35（2019年9月）であり、最小値はSt. 2の0.69（2017年12月）であった。全ての測点で概ね2.0～5.0の範囲内を推移していた。多様度指数の平均値は3.5前後であったが、St. 5では2.85と他測点より低かった。

測点別の生息密度の平均値は、St. 1では200.9個体/0.1m²で、St. 7では80.6個体/0.1m²であり、東側から西側にかけて少なくなっていた（図6）。種類数の平均値は、St. 1～St. 4では32.5～38.3種類/0.1m²で、St. 5～St. 7では21.1～27.9種類/0.1m²であり、St. 4を境に東側が西側より多い傾向にあった（図7）。

測点別の底生生物の動物門毎の生息密度の経年変化を図8に示す。2018年7月にSt. 1とSt. 3で生息密度の増加がみられた。St. 1では661個体/0.1m²で、その約半数を節足動物門端脚目のフクロスガメ *Ampelisca naikaensis* とニッポンスガメ *Byblis japonicus* が占めた。St. 3では446個体/0.1m²で、その約半数を環形動物門カザリゴカイ科の一種 *Mellina* sp. が占めた。また、翌年2019年9月には、St. 2、St. 3及びSt. 6において密度増加がみられ、半数以上を環形動物門 *Mellina* sp. が占めていた。

測点別の出現した底生生物の割合は、全ての測点で環形動物門が60%以上を占め、節足動物、軟体動物と続いた（図9）。節足動物の割合は、St. 1（25.0%）、St. 7（18.0%）の順で高く、St. 6（10.3%）が一番低かった。

表3 測点別 底生生物分析結果

	生息密度 (ind./0.1m ²)		種類数 (species/0.1m ²)		多様度指数 (bit)	
	最小-最大	平均±標準偏差	最小-最大	平均±標準偏差	最小-最大	平均±標準偏差
St.1	44-661	200.9±151.1	19-63	36.4±12.1	1.49-4.76	3.44±1.00
St.2	28-637	170.0±159.9	11-50	32.5±10.7	0.69-4.73	3.55±1.21
St.3	39-591	158.8±141.9	13-61	36.2±12.6	1.57-4.98	3.84±0.97
St.4	37-387	154.2±120.0	24-71	38.3±13.0	1.57-5.35	3.97±1.22
St.5	8-739	142.0±160.6	6-42	21.1±8.6	1.49-4.15	2.85±0.78
St.6	6-499	90.5±102.7	5-54	26.9±10.8	2.01-4.73	3.85±0.72
St.7	17-353	80.6±77.1	12-52	27.9±13.1	3.26-5.07	4.17±0.52

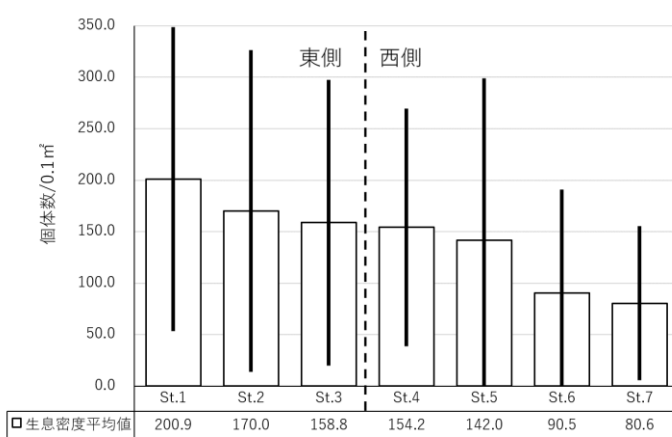


図6 測点別 生息密度平均値

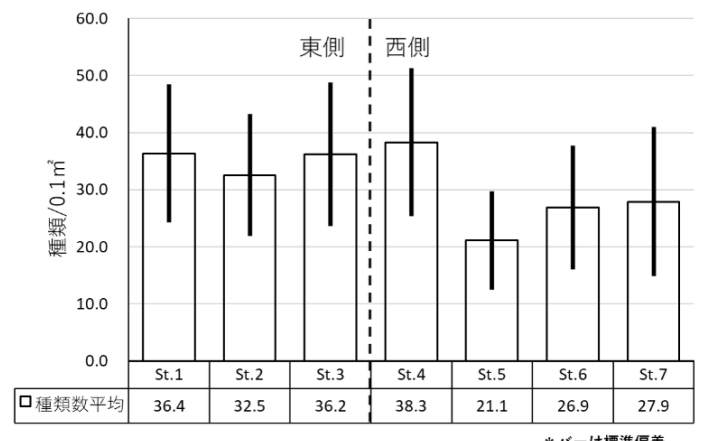


図7 測点別 種類数平均値

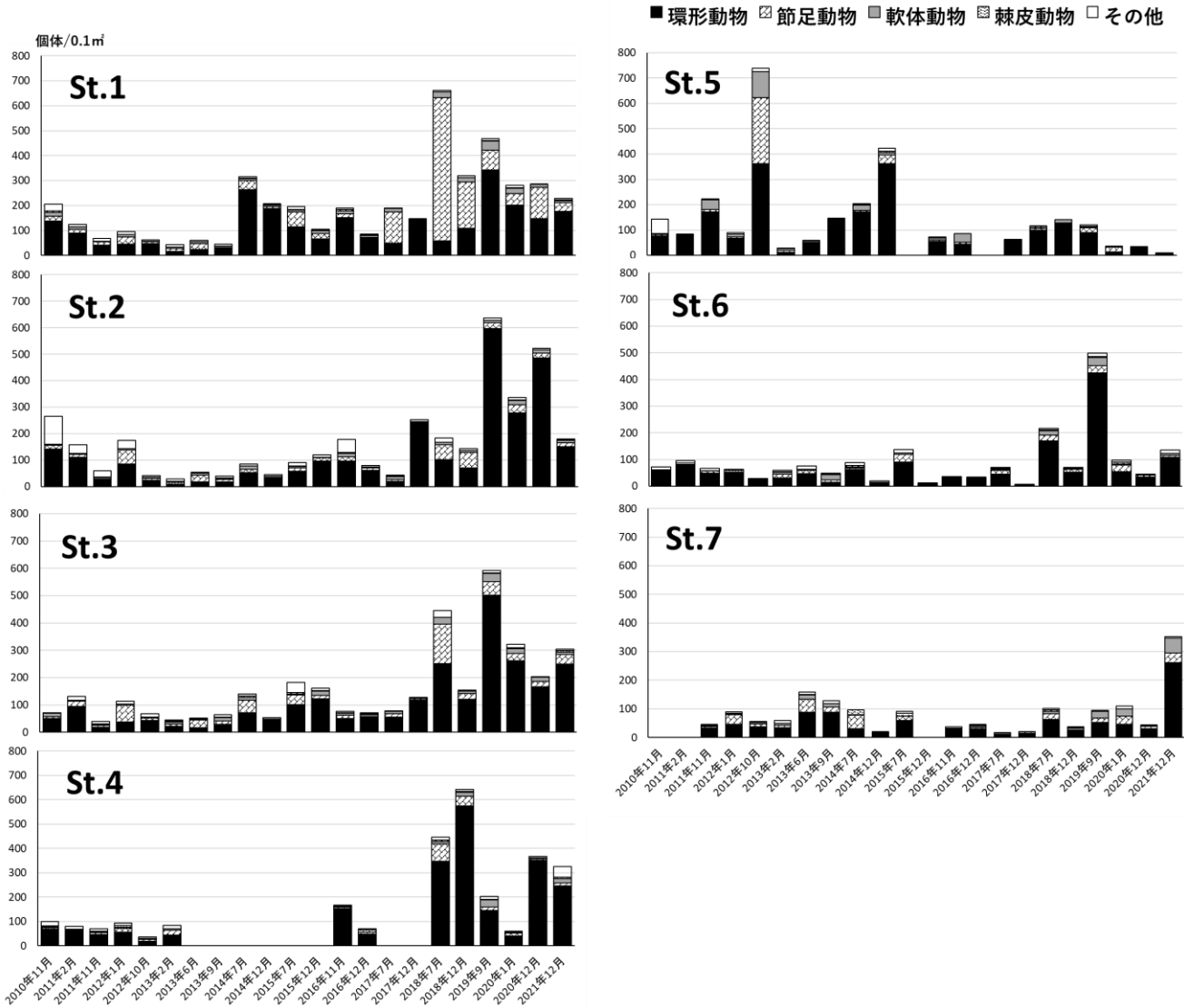


図8 測点別 底生生物の動物門毎の生息密度経年変化

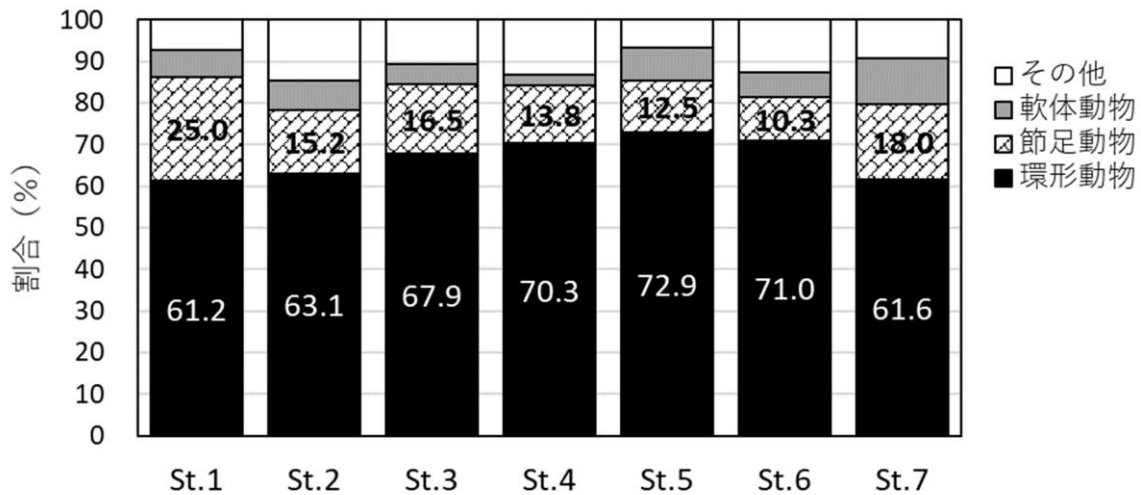


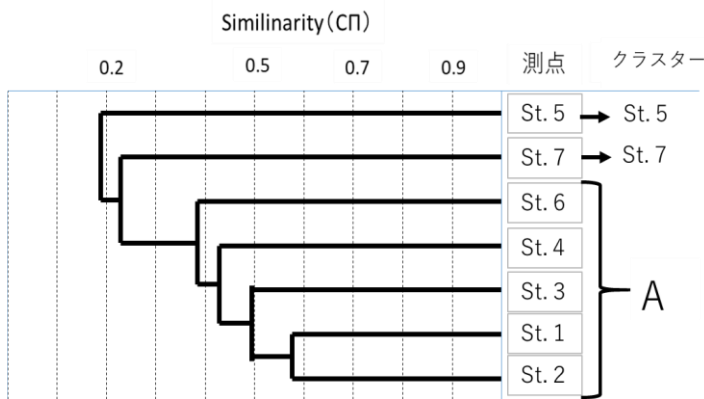
図9 測点別 環形動物、節足動物、軟体動物の割合

底生生物群集構造

調査期間12年間を4年毎（2010～2013年，2014～2017年，2018～2021年）に区切り、測点間の類似度をクラスター分析したところ、底生生物群集は大別するとSt. 1～St. 4とSt. 6の1グループと、St. 5とSt. 7とに分かれた。このため、St. 1～St. 4とSt. 6のグループをクラスターAとし、4年毎の類似度樹形図と主な底生生物の出現種を図10-1～図10-3に示す。

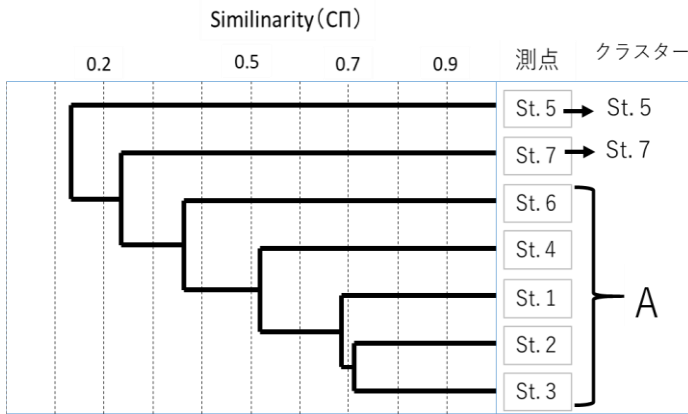
まず、クラスターAでは、調査期間を通して環形動物のカザリゴカイ科の一種 *Mellina elisabethae* , *Mellina* sp.が最優占種であった。2018～2021年において、優占種の第2～4位はミサキスガメ *Ampelisca*

misakiensis、ニッポンスガメ、フクロスガメでこれらは全て節足動物門の端脚目であった。St. 5では、2010～2013年は環形動物門ケヤリ科の一種 *Euchone* sp.や、エリタケフシゴカイ *Clymenella collaris*、節足動物門メリタヨコエビ属の一種 *Melita* sp.の三種が優占したが、2014年以降はエリタケフシゴカイが最優占種となり、約半数以上を占めていた。同種は他測点ではほとんど見られないが、出現してもわずかであり優占種になることはなかった。St. 7の最優占種は2017年までは環形動物門スピオ科のエラナシスピオ *Spiophanes bombyx* であり、2018～2021年は同じスピオ科のマクスピオ *Prionospio paradise* であった。



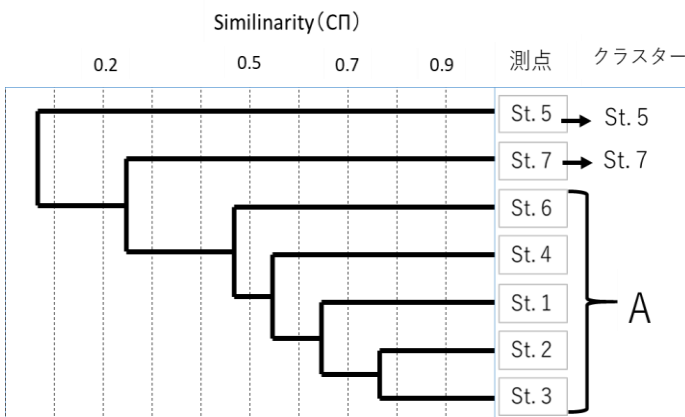
2010～2013年		
クラスター	species	
A	◎環形動物	<i>Mellina elisabethae</i> カザリゴカイ科の一種
	刺胞動物	Cerianthidae ハナギンチャク科の一種
St. 5	環形動物	<i>Aricidea simplex</i> ボウズヒメエラゴカイ
	環形動物	<i>Euchone</i> sp. ケヤリ科の一種
St. 7	節足動物	<i>Melita</i> sp. メリタヨコエビ属の一種
	環形動物	<i>Clymenella collaris</i> エリタケフシゴカイ
	環形動物	<i>Spiophanes bombyx</i> エラナシスピオ
	節足動物	Callipallenidae カニノテウミグモ科の一種

図10-1 2010～2013年の類似度樹形図と主な出現種



2014～2017年		
クラスター	species	
A	◎環形動物	<i>Mellina elisabethae</i> カザリゴカイ科の一種
	環形動物	<i>Tharyx</i> sp. ミズヒキゴカイ科
	節足動物	<i>Photis</i> sp. クダオソコエビ属
St. 5	環形動物	<i>Clymenella collaris</i> エリタケフシゴカイ
	軟体動物	<i>Petrasma japonica</i> アサヒキスタレガイ
St. 7	環形動物	<i>Spiophanes bombyx</i> エラナシスピオ
	節足動物	Callipallenidae カニノテウミグモ科の一種

図10-2 2014～2017年の類似度樹形図と主な出現種



2018～2021年		
クラスター	species	
A	◎環形動物	<i>Mellina</i> sp. カザリゴカイ科の一種
	節足動物	<i>Ampelisca misakiensis</i> ミサキスガメ
	節足動物	<i>Byblis japonicus</i> ニッポンスガメ
	節足動物	<i>Ampelisca naikaiensis</i> フクロスガメ
St. 5	環形動物	<i>Clymenella collaris</i> エリタケフシゴカイ
	環形動物	<i>Hediste diadroma</i> ヤマトカワゴカイ
St. 7	軟体動物	<i>Petrasma japonica</i> アサヒキスタレガイ
	環形動物	<i>Prionospio paradisea</i> マクスピオ
	環形動物	<i>Sigambra hanaokai</i> エラナシスピオ

図10-3 2018～2021年の類似度樹形図と主な出現種

考察

今回の調査測点である水深20m測点の粒度組成は、沿岸を東から西に行くに従い粒径が大きくなっていった。これは相模湾試験場が茅ヶ崎地先から小田原地先にかけて実施した水深5m及び水深10m測点の採泥調査による、東側（茅ヶ崎～平塚地先）より、西側（国府津～小田原地先）の方が底質の粒径が大きいという調査結果（吹野 2020, 未発表）と同様の傾向であった。また、真鶴半島の西側では粒径は細くなり、相模湾

東側と類似した粒度組成であった。

各測点の河口からの距離は、St. 1では約2km、St. 2、St. 3及びSt. 7では約1km、St. 5とSt. 6は約300mである。また、河口沖測点から外れるSt. 4は、海岸からのおおよその距離は500mであった。河口から近いSt. 5とSt. 6の底質の粒径は他測点より大きく、St. 4もSt. 1～St. 3と比べると中粗砂の割合が高く粒径は大きかった。一方、河口より1km以上離れた測点のSt. 1, 2, 3, 7では安定して細砂主体の粒度組成であったことより、同水深帯において底質

表4 測点別 底質分析値間の相関関係

St.1				St. 2			
	COD	強熱減量	全硫化物量		COD	強熱減量	全硫化物量
粘土シルト割合	0.255	0.103	-0.193	粘土シルト割合	0.564***	0.515**	-0.003
COD		0.162	0.294	COD		0.601***	-0.104
強熱減量			-0.037	強熱減量			0.222
St. 3				St. 4			
	COD	強熱減量	全硫化物量		COD	強熱減量	全硫化物量
粘土シルト割合	0.689***	0.630***	0.560***	粘土シルト割合	0.611**	0.606***	0.026
COD		0.665***	0.686***	COD		0.846***	0.193
強熱減量			0.822***	強熱減量			0.156
St.5				St. 6			
	COD	強熱減量	全硫化物量		COD	強熱減量	全硫化物量
粘土シルト割合	0.583***	0.663**	0.482**	粘土シルト割合	0.594***	0.832***	0.495**
COD		0.879***	0.386**	COD		0.663***	0.619**
強熱減量			0.457**	強熱減量			0.652***
St. 7							
	COD	強熱減量	全硫化物量				
粘土シルト割合	0.618***	0.758***	0.266	*** (p<0.01)			
COD		0.718***	0.178	** (p<0.05)			
強熱減量			0.396				

表5 合成指標②を使用した評価結果

年 月	2010年11月	2011年2月	2011年11月	2012年1月	2012年10月	2013年2月	2013年6月	2013年9月	2014年7月	2014年12月	2015年7月
St.1	-2.31	-2.00	-2.50	-2.67	-2.63	-2.52	-2.66	-2.42	-1.73	-1.33	-2.17
St.2	-2.30	-2.31	-2.25	-2.48	-2.66	-2.57	-2.66	-2.70	-2.63	-1.98	-2.18
St.3	-2.80	-2.57	-2.53	-2.85	-2.77	-2.77	-2.70	-2.75	-2.44	-1.87	-2.46
St.4	-2.66	-2.68	-2.67	-2.75	-2.64	-2.71	-	-	-	-	-
St.5	-1.59	-1.73	-1.14	-1.77	-1.77	-1.97	-2.66	-1.60	-1.57	-0.99	-0.77
St.6	-2.56	-2.38	-2.35	-2.15	-1.59	-2.76	-2.56	-2.20	-2.66	-1.32	-2.11
St.7	-	-	-2.40	-2.79	-2.73	-2.77	-2.72	-2.58	-2.30	-2.45	-2.40
年 月	2015年12月	2016年11月	2016年12月	2017年7月	2017年12月	2018年7月	2018年12月	2019年9月	2020年1月	2020年12月	2021年12月
St.1	-2.43	-1.96	-1.65	-1.70	-1.42	-2.13	-2.31	-1.68	-1.46	-1.68	-1.94
St.2	-2.05	-2.22	-2.11	-2.39	-1.15	-2.54	-2.62	-1.03	-1.25	-1.18	-1.93
St.3	-2.16	-2.59	-2.12	-2.36	-1.54	-2.18	-2.14	-1.70	-1.93	-2.01	-1.83
St.4	-1.03	-1.73	-2.35	-	-	-1.79	-1.32	-2.78	-2.88	-1.57	-2.50
St.5	-1.72	-2.05	-1.34	-	-1.71	-	-0.84	-1.49	-2.11	-1.38	-1.80
St.6	-0.76	-2.08	-2.27	-2.12	-1.98	-1.16	-2.01	-1.42	-2.29	-1.90	-2.00
St.7	-0.14	-2.37	-2.51	-2.34	-2.04	-2.78	-2.61	-2.91	-2.81	-2.26	-2.47

* 指標値が負の場合は「正常な海底」、正の場合は「汚染された海底」と判断される。

の粒径は河口や海岸からの距離が遠くなるほど小さくなり、相模湾東側 (St. 1, 2, 3) は西側より遠浅であることを反映していると考えられた。

測点別の COD、強熱減量、全硫化物量の化学分析値及び粘土シルト割合の相関関係を表4に示す。St. 3では全ての項目間において1%水準で正の相関($r=0.560\sim 0.822$)がみられ、St. 5とSt. 6では、全ての項目間において5%水準で正の相関 ($r=0.386\sim 0.879$) がみられた。St. 2、St. 4及びSt. 7では全硫化物量に対する粘土シルト割合、COD、強熱減量の相関はなかったが、CODと粘土シルト割合、強熱減量とCOD及び強熱減量と粘土シルト割合の項目間は正の相関 ($r=0.515\sim 0.846$) がみられた。

このうち強熱減量とCODについて、St. 2～St. 7では1%水準で正の相関 ($r=0.601\sim 0.879$) がみられたのに対し、St. 1では相関がみられなかった。

強熱減量とCODはともに有機物量の指標となる値であるが、強熱減量法とは、試料乾燥後に約600±25°Cで約2時間強熱した後、デシケータ中で放冷し質量を測定、灰化前後の減量分を強熱前の重量の%で算出する手法である¹⁰。灰化前後の質重量差が大きいほど数値(%)は高くなる。また、高温で熱するため、試料に含まれる混在物なども燃焼により灰化することにより、CODと強熱減量の間に関係がなければ試料に有機物以外の物質の混入が考えられることになる。

佐藤¹¹らは強熱減量測定法について検討し、試料に貝殻が含まれると過大評価になること、甲殻類の殻の主成分のキチンは550°Cでも減量したことを明らかにしている。本研究のSt. 1では他測点より強熱減量が高くなったが、これは試料に含まれる節足動物が多かったことが原因として考えられた。

田島¹²による東京内湾の底質と底生生物の研究では、調査測点の中にCODと強熱減量の相関がみられなかった測点が存在したことより、合成指標を算出する際に有機物の指標として強熱減量ではなくCODを使用していた。本研究においてもSt. 1ではCODと強熱減量の相関がみられなかったため、合成指標の算出は、有機物の指標としてCODを用いるのが適当と判断された。

全硫化物量について、St. 6では水産用水基準値を3度超過していた。St. 6は早川河口沖水深20m測点であり、早川は大涌谷を源とし大涌沢を經由して相模湾に流出する河川である。2012年10月に水産用水基準値を超えたが、次調査の2013年2月は検出限界未満値を示すなど大きく変動した。代田¹³によると、箱根

火山では噴気ガスの硫化水素濃度は群発地震発生前の2012年12月まで増加し地震活動が活発化した2013年1月以降低下に転じている。当時の硫化水素濃度の変動とSt. 6の全硫化物量の変動の時期が一致するため、箱根の火山変動が早川河口沖の底質の全硫化物量と関連している可能性があることが示唆された。

相模湾の底生生物について、種類数と生息密度ともにSt. 1～St. 3の東側の方がSt. 4～St. 7より多い「東高西低」の傾向があったが、多様性指数に関しては相模湾の東側と西側で明瞭な差はみられなかった。種類数について、1988～89年の調査では東側の方が西側より多い⁵⁾との報告があるため、底生生物の種類数の傾向は以前より変化ないことが伺えた。

また、底生生物のうち、全調査合計の節足動物割合は全ての測点で10%以上ではあったが、国府津～小田原地先にあたるSt. 5とSt. 6の割合は他測点より低かった。1988～89年の調査⁵⁾においても同様のことが報告されており、以前より同海域では節足動物の割合は低い傾向であることが伺えた。

4年ごとの測点間の類似度について、今回の調査ではいずれの期間においてもSt. 1～St. 4とSt. 6の1グループと、St. 5とSt. 7との底生生物群集に分かれた。St. 1～St. 4とSt. 6のクラスターAは、環形動物のカザリゴカイの1種 *Mellina* sp.が最優占種であった。1988～89年の調査で得られた動物分類群別の個体数組成は、環形動物、節足動物、軟体動物の順に多く、そのうち環形動物の内容は主にカザリゴカイ科 *Amphicteis* sp.が占めており、節足動物は主に端脚目が占めていた⁵⁾と報告があり、当時の内容は今回の調査結果のクラスターAの動物分類群別と一致する部分が多かった。

また、St. 5では環形動物のエリタケフシゴカイが優占し、2014年以降は個体数の半数以上を占めて特異的な分布となった。同種が属するタケフシゴカイ科の特徴は発生が浮遊期のない直接発生種¹⁴⁾であること、体を基質に潜らせ頭部を下にして懸濁物を採餌する生態から海底の攪乱には耐久性があり、酒匂川のような濁流による物理的攪乱の大きい場所で同種が優占したものと考えられた。

次にSt. 7は、真鶴半島西側の測点で、千歳川河口より約900mの距離で水深が20mであるため、河口よりなだらかな地形であると考えられた。千歳川の河川の規模と閉塞した河口の状況、また粒度組成は細砂主体でCOD値も安定していたことから、河川のSt. 7へ及びぼす影響は小さいものとも考えられた。林ら(1988)¹⁵⁾による若狭湾のマクロベントス調査では、若狭湾は2層の水塊構造を示し、その水塊の違いにより生息する底生生物が異なっているとの報告

がある。St. 7の底生生物が他測点と異なることは、真鶴半島を境にして西側と、東側の海域を形成する水塊が異なるものである可能性も示唆された。また、このことはSt. 7の測点が広義の相模灘（三浦半島の劔崎から東京都の伊豆大島、伊豆半島の石廊崎を結ぶ線の北側の海域）には属すが、相模湾とされる範囲（三浦市城ヶ島から真鶴半島を結ぶ線より北側の海域を指す）から外れる¹⁰ことから支持される。

最後に、今回の調査結果を合成指標値より判断する。有機物の指標としてCODを用いるため、(表2)のうち合成指標②を採用した。これによると2010年から2021年の合成指標値は、いずれの測点も $-2.91 \sim -0.14$ の範囲であった(表5)。指標値が負の場合は「正常な海底」判断される⁹⁾ため、全ての測点で生物が生息する環境としては安定している事が確認された。また、相模湾においては2010年9月に起きた台風9号による酒匂川の濁流等による漁業への被害があったが、長期的な調査によればそれも回復していることが示された。

本研究より現在の相模湾の底質環境はほぼ正常に保たれていると判断され、生息する底生生物群集においても過去と大きな変化はないと判断できた。

要約

相模湾に流入する主要6河川沖の水深20m測点と二宮インター沖の水深20m測点の底質と底生生物について2010年から調査を行い、その結果について以下の通り示す。また、1980年代と変わらず一定の底生生物環境を維持し、正常な底質環境であると判断することが出来た。

底質について

○ 粒度組成

金目川を境に東側では、概ね細砂主体の粒度組成で安定して推移していた。また、真鶴半島の西側は細砂主体の安定した粒度組成であった。一方、金目川より西の二宮インター沖や早川河口沖の粒度組成は、東より中粗砂の割合が高かった。また、酒匂川河口沖では粒度組成の変動は大きく、礫や粘土・シルトの割合も他測点と比較して高かった。

○ COD、強熱減量

CODは、酒匂川河口沖では他測点より数値が高く値の変動も大きかったが、水産用水基準20.0 mg/gを超過することはなかった。また、境川河口沖では、COD値は比較的低い値であったが、生息する底生

物により強熱減量は時折高い値を示したためCODと強熱減量の相関はみられなかった。これより、今回の研究において有機物の指標としてCODの方が有効であると考えられた。

○ 全硫化物量

全ての測点で概ね水産用水基準値の範囲内を推移していたが、早川河口沖ではそれを超過することがあった。これより、同測点は箱根の火山活動の影響を受ける可能性が示唆された。

底生生物について

○ 生息密度、種類数ともに金目川を境に東側が西側より多い「東高西低」を示し、1980年代の調査と同様の傾向であった。

○ 多様度指数については金目川を境に東側と西側では明瞭な違いはみられなかった。

○ クラスタによる底生生物の測点間の類似度は、3つのグループに分けられた。酒匂川河口沖と千歳川河口沖では他測点と比べて異なった底生生物群集であった。

○ 底生生物は調査期間を通して環形動物が概ね6割以上を占めていたが、境川河口沖では節足動物の割合が他測点より高い傾向があった。

○ 国府津地先～小田原地先の節足動物の割合は他地先より低く、1980年代の調査においても同様の結果であった。

○ 酒匂川河口沖と千歳川河口沖を除く相模湾の底生生物群集の優占種は、環形動物のカザリゴカイ科、節足動物の端脚目が占め、1980年代の相模湾全体の底生生物出現状況と共通していた。

○ 水産用水基準による底質環境の汚染度を評価する合成指標値は、調査期間を通して全ての測点で負の値を示し、正常な底質環境であることが示された。

謝辞

本研究を行うにあたり、相模湾試験場の小川砂郎場長に御校閲いただいた。相模湾試験場の蓑宮敦主任研究員、現・水産技術センター栽培推進部の木下淳司主任研究員には、とりまとめに際し有益な助言をいただいた。また、調査を実施するにあたり漁業調査指導船「ほうじょう」の乗務員の方々には、準備の段階から実施まで様々な場面でご尽力をいただいた。そして、長期にわたりデータを蓄積されてきた諸先輩方々に敬意を表し、ここに記して感謝を申し上げる。

本研究は、神奈川県事業「漁場環境保全事業」の一環で行われ、一部データは(公財)相模湾水産振興事業団から委託を受けた調査の結果を利用させていただいた。

引用文献

- 1) 原口明朗・下里武治・海老塚正樹・増沢寿・北森良之助 (1973) : 神奈川県沿岸における底生生物相からみた海洋汚染, 神水試資料, **208**, 1-43.
- 2) 下里武治・原口明朗・池田文雄 (1974) : 東京湾口・相模湾沿岸の底質調査報告, 神水試資料, **219**, 1-36.
- 3) 原口明朗 (1984) : 東京内湾、東京湾口及び相模湾の底生生物, 神水試研報 6 号, 27-34.
- 4) 矢沢敬三・土屋久男・池田文雄 (1986) : 東京湾及び相模湾の底質について, 神水試研報第 7 号.
- 5) 原口明朗 (1991) : 相模湾の底質・底生生物の推移, 神水試研報第 12 号, 43-63.
- 6) 漁業環境保全調査 (2016) : 平成 18 年度 神奈川県水産技術センター業務概要, 神水技セ資料 No.06-30, 52-53.
- 7) 酒匂川濁流影響調査 (2011) : 平成 22 年度 神奈川県水産技術センター業務概要, 神水技セ資料 No.9, 75-78.
- 8) 環境省 水・大気環境局 (2012) : 環水管第 127 号「底質調査方法」.
- 9) 公益社団法人 日本資源保護協会 (2018) : 水産用水基準 第 8 版.
- 10) 田島 良博 (2014) : 東京内湾の底質と底生生物について, 神水試研報第 7 号, 49-60.
- 11) 佐藤吉徳・捧一夫・木全裕昭 (1987) : 浅海の底質の強熱減量測定法の改善, 東海水研報, 第 123 号.
- 12) 田島良博 (2014) : 東京内湾の底質と底生生物について, 神水試研報第 7 号, 49-60.
- 13) 代田寧 (2013) : 箱根火山において 2013 年 1 月から発生した群発地震活動に伴う噴気ガス組成の時間変化, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第 45 巻, 29-34.
- 14) 今島実 (2009) : 環形動物 多毛類, 株式会社生物研究所, 東京, 246-247.
- 15) 林勇夫・北野裕 (1988) : 若狭湾主湾部のマクロベントス群集 - I. , 日本海区水産研究所業績 A 第 444 号, 38, 133 - 158.
- 16) 神奈川県ホームページ : 海岸の保全に関する基本的な事項～相模灘沿岸の概要, <http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/sabo/kouwan/pg/s-2.pdf> (2023 年 2 月 10 日取得)