

## 1. はじめに

メイオベントスとは、一般に1 mm目ふるいを通過して32  $\mu$ m目ふるいに残留する体サイズの底生生物の総称であり、底質中において高密度に生息している。多くの動物門がメイオベントスとして出現し、当社でも分析を行っている。メイオベントスとしてよく出現する線形動物門（線虫類）と底生性橈脚亜綱（カイアシ類）について、環境悪化に対するストレス耐性の差から、これらの個体数比（N/C比）が底質環境汚染の指標の一つ（Raffaelli & Mason, 1981）として国内の研究でも用いられている（板岡・玉井, 1993；辻野・玉井, 1996；辻野ら, 2000, 2002）。しかし、伊勢湾および三河湾を対象としたメイオベントス群集に関する研究は少なく（平川・熊田, 1986；平川ら, 1988；梅本・木村, 2016）、そのすべてが泥質な干潟域を対象としたもので、砂底地点を対象としたものはない。またこれまで自社研究としてメイオベントスを対象にしたものは少なく（中西, 2019；石黒, 2021, 2022）、得られた試料を網羅的に分析したものはない。

本研究では、伊勢湾および三河湾の砂底質環境におけるメイオベントス相と現存量を把握し、底質環境によるメイオベントス構造の分布傾向を検討することを目的とする。

## 2. 調査方法

調査は2022年4月20日、愛知県知多半島師崎沖の5測点において実施した（表1、図1）。スミス・マッキンタイヤ式採泥器により、各測点2回ずつ採泥し、1回目の底質試料は極力攪拌せず、内径5 cmのコアサンプラーを用いて採取したコアの表層から約1 cm厚を生物試料とした。2回目の底質試料はよく攪拌し、約200 gおよび約80 gを底質試料として分取した。同時に行った水質調査に用いたAAQの着底深度をその測点の水深とし、着底時の酸素飽和度（DO）を記録した。

生物試料は船上にて最終濃度約10%の中性ホルマリンで固定した。分析室に持ち帰り、1 mm目のふるいを通過し、32  $\mu$ m目のふるいに残留するようふるい分け、ローズベンガルにて染色した。分析時、有孔虫目はその形態により立体近似し、ソコミジンコ目はFeller & Warwick (1988) に従い、体形や扁平度によりタイプ分けした。

表1 調査測点詳細

測点	緯度*	経度*
地点1	34° 44' 05.8"	136° 59' 26.5"
地点2	34° 42' 46.7"	136° 59' 00.5"
地点3	34° 41' 28.5"	136° 58' 57.0"
地点4	34° 40' 15.4"	136° 57' 43.9"
地点5	34° 39' 05.4"	136° 57' 08.5"

\*経緯度は世界測地系に準拠した。

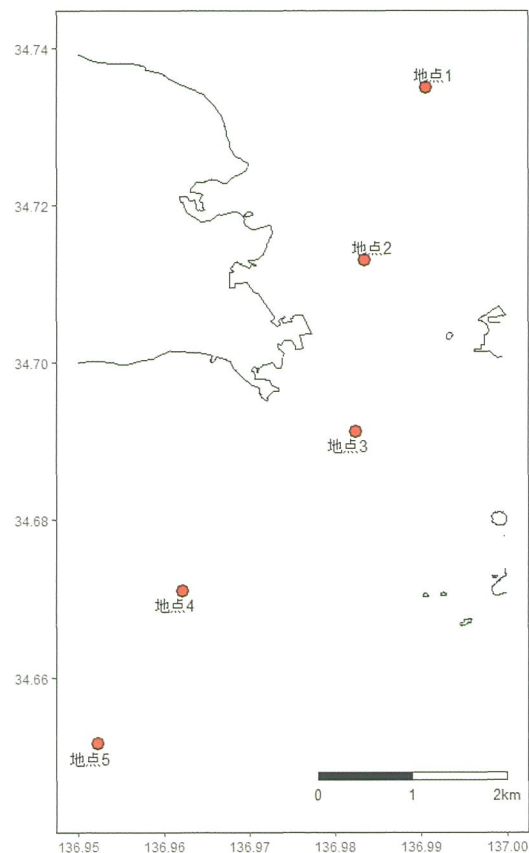


図1 調査測点（愛知県知多半島師崎沖）

辻野・玉井（1996）では、メイオベントスを環境指標として利用する場合、比較的多数が出現し、かつ多くの個体がメイオベントスサイズに含まれる線虫類およびソコムジンコ目を対象とすることが適当であると述べている。このことから、Wells(1976, 2007)、西村(1995)、Huys & Mu(2008)、Kihara & Huys (2009) およびGeorge *et al.* (2020)を参考に、ソコムジンコ目をより詳細に分析した。主に実体顕微鏡（OLYMPUS SZX16）下で同定作業を行い、種別に個体数を計測した。各測点の各動物群につき最大5個体、接眼マイクロメーターを用いて長短径を計測した。測定値を基に、換算式（表2）に従って体積を見積もり、次式に基づいて分類群ごとの有機物含有比から炭素量を算出した。

$$\text{炭素量} (\mu\text{gC}) = \text{体積} (\mu\text{m}^3) \times 1.13 \\ \times [\text{除灰分乾重/湿重量}] \times 0.4 \times 10^{-6}$$

計測個体数分の平均値を個体数に乗じて動物群の炭素量とし、現存量の指標として用いた。なお、この方法は当社にてメイオベントスの炭素量を算出する方法の一つである。

分取した底質試料のうち、200 gの試料は採取当日、pH/ORP測定機器（HORIBA D71）を用いてpHおよび酸化還元電位（ORP）を測定した。さらに分析室に持ち帰り、乾燥処理後、ふるい分け試験による粒度分析（JIS 1204:2009）を行った。80 gの試料は冷凍した状態で分析室に搬入し、クロロフィルa量（Chl-a）測定（蛍光光度法）および強熱減量（IL）による有機物含有量測定（JIS 1226:2009）に供した。

得られたデータについて、統計処理ソフトR（R Core Team, 2022）を用いて解析処理を行った。

表2 動物群別体積換算式一覧

動物群	近似立体/出典	換算式(L:長径、W:短径、ともにmm)	除灰分乾重/湿重量*	
			1-0.5mm分画	500-32μm分画
有孔虫目(1)	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/6 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.17	0.19
有孔虫目(2)	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/12 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.17	0.19
有孔虫目(5)	1/2円柱	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/4 \times L \times W^2 \times 10^9 \times 1/2$	0.17	0.19
繊毛虫門	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/6 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.17	0.19
ヒドロ虫綱	円柱	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/4 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.17	0.19
扁形動物門	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/30 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.17	0.19
線形動物門	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 530$	0.17	0.22
動物動物門	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 295$	0.17	0.19
貝殻亜綱	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/12 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.065	0.12
多毛類	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 530$	0.15	0.15
ダニ目	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 399$	0.17	0.19
ケンミジンコ目	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 260$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(C)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 560$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(D)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 490$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(E)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 485$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(F)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 400$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(G)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 260$	0.16	0.16
ソコムジンコ目(H)	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 230$	0.16	0.16
貝形虫綱	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 450$	0.16	0.16
クーマ目(背甲部)	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/6 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.16	0.16
クーマ目(尾部)	円柱	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/4 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.16	0.16
等脚目	Feller et al. (1988)	$V(\text{nl}) = L \times W^2 \times 490$	0.16	0.16
ヨコエビ類	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/6 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.16	0.16
ノープリウス幼生	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/12 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.16	0.16
クモヒトデ綱	回転楕円体	$V(\mu\text{m}^3) = \pi/30 \times L \times W^2 \times 10^9$	0.04	0.04

\*水産庁研究部研究科（1991）

### 3. 結果および考察

#### 3.1 底質環境

各測点の水深、粒度組成、中央粒径、IL、Chl-*a*、pH、ORPおよびDOを表3に示した。

底質は、地点1において粗砂および中砂分率が高く、中央粒径も最も大きな値を示した。一方で地点2ではシルト・泥分率が高く、最も小さい中央粒径値を示した。どの測点においても細砂分率は50%を超え、優占する粒径区分となった(図2)。

表3 各測点の底質環境

	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5
水深(m)	10.9	15.5	12.9	12.4	18.5
粒度組成					
粗砂(%)	1.3	0.3	0.9	0.3	0.1
中砂(%)	27.5	0.9	1.6	1.2	0.9
細砂(%)	56.7	74.5	80.7	91.1	89.3
シルト・泥(%)	14.5	24.3	16.8	7.4	9.7
中央粒径(mm)	0.1708	0.1218	0.1420	0.1550	0.1449
IL(%)	2.4	3.5	3.3	2.3	2.3
Chl- <i>a</i> ( $\mu\text{g}/\text{dry.}$ )	0.36	0.37	0.27	0.65	0.10
pH	7.27	7.40	7.40	7.44	7.34
ORP(mV)	-7	-63	-54	-32	20
DO(%)	102.8	101.9	94.9	100.2	97.2

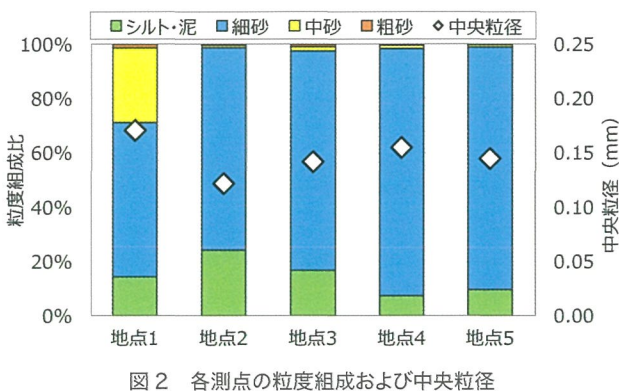


図2 各測点の粒度組成および中央粒径

ILとして測定される微生物や有機物の多くは底質粒子の表面に着生・吸着される。粒径が小さくなるほど単位量あたりの表面積が増大するため、これらの間には相関関係がみられる(Barnes, 1974)。本結果についても、シルト・泥

分率が15%を超える地点2および3において、ILは3%を超えた。

Chl-*a*は、地点4が全測点平均値のおよそ2倍の高い値を示し、地点5では平均値の約1/3と低かった。

pHは全ての地点で7をやや超える値を示した。ORPは地点5のみ正の値をとった。DOは全ての地点で高かった。

#### 3.2 出現したメイオベントス

各測点のメイオベントス分析結果を表4に示した。また、個体数および炭素量について、動物門別の積み上げ棒グラフを図3に示した。

出現種数、個体数およびH'について、地点1で最も小さく、地点3で最も大きくなった。ILとして測定される有機物を餌料とするメイオベントスが多く出現したと考えられる。また、線虫類はすべての地点で組成比が50%を超え優占していた。N/C比は底質環境の悪化に伴い増加する傾向があるが、本研究においても、N/C比が低く、環境悪化の程度が低いと考えられる測点ほどH'が高くなる傾向がみられた。

多くの測点において、個体数比で優占傾向にあった線虫類および肉質鞭毛虫門(有孔虫目)が、炭素量では一転して低い比率を示した。地点1のみ、炭素量においても線虫類が高い割合を維持しているが、これは地点1の中央粒径が大きいこと、底質粒間の空隙もより大きくなり、他の測点よりも大型の線虫類が生息していると考察できる。炭素量は多くの測点で環形動物門や節足動物門の占める割合が高く、個体数とは異なった組成比となった。

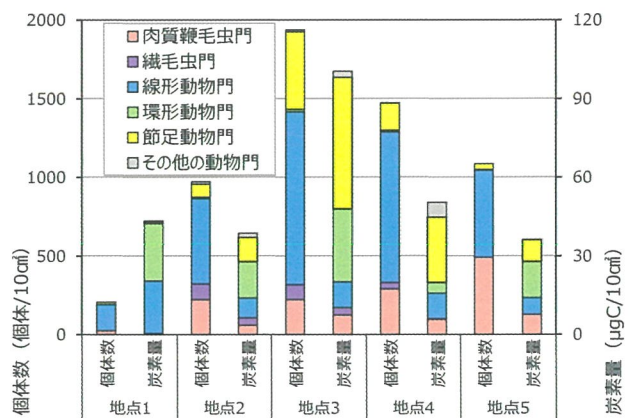


図3 各測点の動物門別出現個体数および炭素量

表 4 メイオベントス分析結果

単位: 個体・ $\mu\text{gC}/10\text{cm}^2$

番号	門	綱	目	科	種	和名	測定項目	地点1		地点2		地点3		地点4		地点5	
								個体数	炭素量	個体数	炭素量	個体数	炭素量	個体数	炭素量	個体数	炭素量
1	肉質鞭毛虫	顆粒性綱状根足虫	有孔虫	-	Foraminifera	有孔虫目		25	0.4001	222	3.5757	223	7.4514	290	5.7519	491	7.6209
2	繊毛虫	-	有繊	-	CILIOPHORA	繊毛虫門				101	2.8310	94	2.8133	41	0.2012		
3	刺胞動物	-	有刺	ウミサカズキガヤ	Campulariidae	ウミサカズキガヤ科								*	3.8573		
4	扁形動物	-	-	-	PLATHELMINTHES	扁形動物門											
5	線形動物	双器	テスモドラ	Epsilonematidae	Epsilonematidae												
6	-	-	テスモスコレックス	Desmoscolecidae	Desmoscolecidae												
7	-	-	-	-	NEMATODA	線形動物門											
8	動物動物	-	頭樞	キンロウシ	KINORHYNCHA	動物動物門											
9	軟体動物	腹足	マルスタレガイ	キセウタガイ	Philine argentata	キセウタガイ											
10	-	二枚貝	ウミタカガイモドキ	ケシハマガリ	Alicornus ghanus	ヒロヤマガイ											
11	-	-	-	ミツカダカタビラガイ	Myadoropsis dissimilis	ミツカダカタビラガイ											
12	-	-	-	-	BIVALVIA	二枚貝綱											
13	環形動物	多毛	サンバゴカイ	ヒメウロコムシ	Photodidae	ヒメウロコムシ科											
14	-	-	-	シリウス	Syllidae	シリウス科											
15	-	-	-	ニカイチロリ	Goniada sp.												
16	-	-	スピオ	スピオ	Prionospio sp.												
17	-	-	-	-	Splonidae	スピオ科											
18	-	-	イトゴカイ	イトゴカイ	Capitellidae	イトゴカイ科											
19	-	-	ユリネムカシゴカイ	イイジマムカシゴカイ	Polygordius sp.												
20	-	-	ケヤリ	ケヤリ	Euchone sp.												
21	-	-	-	-	Sabellidae	ケヤリ科											
22	-	-	-	-	POLYCHAETA	多毛綱											
23	節足動物	クモ	ダニ	Acarina	ダニ目												
24	-	鞭脚	ケンミジンコ	Cyclopoida	ケンミジンコ目												
25	-	-	ソコムミジンコ	Parapsuedoleptomesochra sp.													
26	-	-	ソコムミジンコ	Anchoraboliidae													
27	-	-	-	カンソカンブタス	Laophontodes sp.												
28	-	-	-	-	Mesochra sp.												
29	-	-	-	-	Heteropsyllus sp.												
30	-	-	-	-	Nannomesochra sp.												
31	-	-	-	-	Halectinosoma sp.												
32	-	-	-	-	Heterolaophonte sp.												
33	-	-	-	-	Laophonte sp.												
34	-	-	-	-	Paralaophonte sp.												
35	-	-	-	-	Haloschizopera sp.												
36	-	-	-	-	Heimutkunzia sp.												
37	-	-	-	-	Monardius sp.												
38	-	-	-	-	Robertsonia sp.												
39	-	-	-	-	Schizopera sp.												
40	-	-	-	-	Delavalia sp.												
41	-	-	-	-	Onychostenhelia sp.												
42	-	-	-	-	Paramnopus sp.												
43	-	-	-	-	Xouthous sp.												
44	-	-	-	-	Zosime sp.												
45	-	-	-	-	Haracticoida	ソコムミジンコ目											
46	-	-	-	-	Haracticoida (copepodite)	ソコムミジンコ目のコペポダイト期幼生											
47	-	-	-	-	Longipedia sp.	アシナガソコムミジンコ属											
48	-	-	-	-	Longipedia (copepodite)	アシナガソコムミジンコ属のコペポダイト期幼生											
49	-	軟甲	クマ	Ostracoda	貝類												
50	-	等脚	ムナ	Dimorphostylis manazuruensis	ムナ科												
51	-	端脚	スガメソコエビ	Munnidae	ムナ科												
52	-	-	ドロクダムシ	Ampelisca sp.	スガメソコエビ属												
53	-	-	フレカラ	Corophium sp.	ドロクダムシ属												
54	-	-	-	Caprella sp.	フレカラ属												
55	棘皮動物	クモヒトデ	クモヒトデ	Nauplius larva	ノープリウス幼生												
				Ophiura kinbergi	クシハクモヒトデ												
				合計(個体数・炭素量)				206	43.3079	972	38.6607	1937	100.5103	1472	50.4821	1086	36.1670
				種類数				12	29	38	26	16					
				Shannon-Wienerの多様性指数H'(bit)				1.16	2.04	2.20	1.82	1.37					
				N/C比				16.6	6.9	7.0	10.9	24.1					

注:表内の\*は群体性種を示す。

ソコミジンコ目は、破損により同定困難だった個体および不完全な付属肢から判断したコペポダイト期幼生を除き、全測点で19種類が出現した。日本近海の浅海域において、本動物群を詳細に同定した研究はほとんどなく、伊勢・三河湾における砂泥底生ソコミジンコ目に関する知見は本研究が初であるといえる。日本産既知種は北海道から知られる1種のみで、今回が初記録と考えられるカマツキソコミジンコ属の一種（図4）や、これまでに本邦での報告はなく、属自体が初記録となる *Xouthous* sp. や *Zosime* sp.（図5）が出現した。

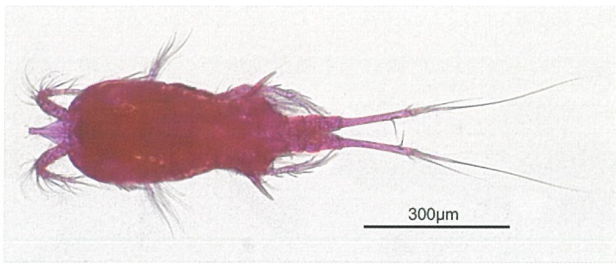


図4 出現したカマツキソコミジンコ属の一種

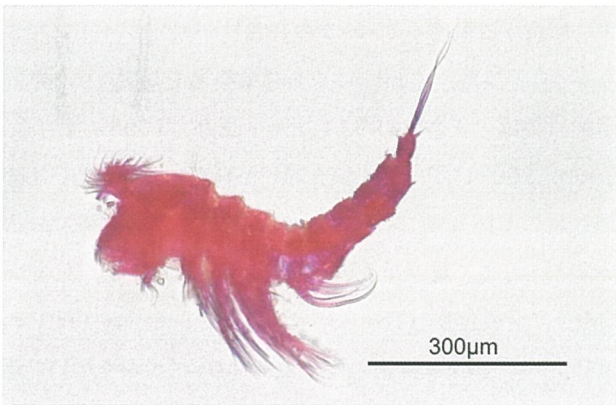


図5 出現した *Zosime* sp.

### 3.3 ソコミジンコ目の分布傾向

統計処理ソフトRを用いて、本調査で得られたソコミジンコ目21種類の分布傾向の解析を行った。解析には主にveganパッケージ (Oksanen *et al.*, 2022) を用い、土居・岡村 (2011)、木本ら (2015) および日本海区水産研究所 (2018) を参考に行った。底質環境の各パラメータについて、中央粒径、IL、Chl-*a*、pHおよびORPを環境変量とし、標準化 (Z-score normalization) したものを解析に用い

た。なお、粒度組成比は相互に共線性があるため除外し、測点の底質粒度は中央粒径によって代表した。また、ソコミジンコ目の出現個体数には正規化 (wisconsin double standardization) を施した。

各測点のBray-Curtis指数から、種組成による非類似度行列を計算し、非計量多次元尺度法 (以下nMDS) にて二次元平面上に配置した (図6)。なお、図6は各測点間の非類似度を距離として配置したものであり、各軸は変量の多寡や勾配を示すものではない。ストレス値は0で、各測点の非類似度をよく表しているといえる。関数envfitを用い、環境変量とnMDS平面上の測点配置との関係を調べたところ、ILが配置と有意な相関を示した ( $p < 0.05$ )。このことから、本研究の調査期間および区域における底生性ソコミジンコ目の群集構造は、ILに影響を受けているといえる。辻野・玉井 (1996) によると、DOが高い場合、ILが高いことはソコミジンコ目の生息に対してむしろ有利に働くと考えられ、本研究においてもそれを支持する結果となった。

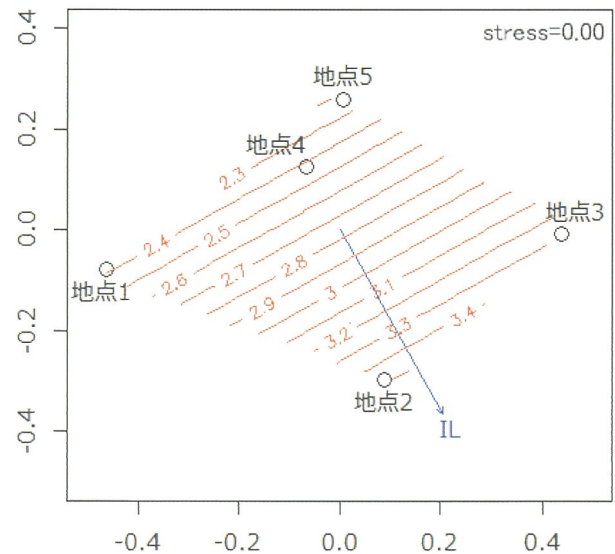


図6 nMDS配置図

青矢印はILの正の勾配を、赤線はILの等値線を示す。

各環境変量について、ソコミジンコ目各種の重心を算出した。環境変量に対する各種重心をワード法にてクラスター分析し、表5に示すA~Dの4クラスターに分けた。また、nMDS平面上の測点座標に対しても各種の重心を算出し、図6に重ねて配置した (図7)。

表5 各クラスターの構成種

クラスター	種名
A	Mesochra sp.
	ニセフネガタソコミジンコ属
	Paralaphonte sp.
	Helmutkunzia sp.
B	カマツキソコミジンコ属
	Heterolaophonte sp.*1
	Monardius sp.*1
	Robertsonia sp.*1
C	Xouthous sp.*1
	Haloschizopera sp.
	Schizopera sp.
	Paranannopus sp.
D	コペポダイト幼生
	Parapseudoleptomesochra sp.*2
	Laophontodes sp.*2
	Heteropsyllus sp.
	Nannomesochra sp.
	テナガソコミジンコ属*2
	デラヴァリア属
Zosime sp.	
ソコミジンコ目(破損)*2	

\*1 地点2にのみ出現した。

\*2 地点3にのみ出現した。

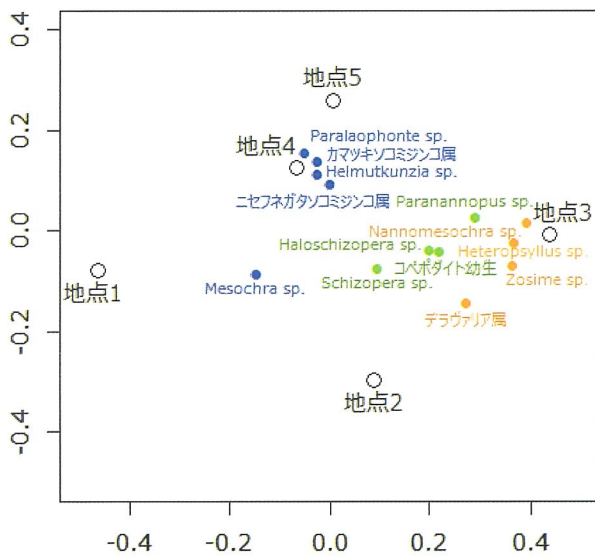


図7 nMDS配置図と各種の分布重心

青: クラスターA, 緑: クラスターB, 橙: クラスターC  
 なお、1地点のみで出現した種(クラスターBおよびクラスターDの一部)は表示していない。

Mesochra sp.がやや外れるものの、クラスターAの構成種は多くが地点4に多数出現していた。ILが同程度の地点1ではみられないことから、分布はILにあまり依存せず、むしろ細砂分率の高い底質との関係が示唆される。クラスターBの構成種はすべて地点2のみでみられた。地点2はシルト・泥分率が唯一20%を超えた測点であり、有機物量の多さに加え、より泥質な底質環境を選好している可能性がある。クラスターCはParanannopus sp.を除く構成種が4測点以上で出現していた。Paranannopus sp.に関しても、底質環境が大きく異なる地点3および4でみられたことから、底質環境に対する選好性が低く、多様な環境で出現する種群であるといえる。クラスターDは構成種数が最も多く、地点3にのみ出現した種も含まれた。地点3の底質環境はいずれの項目も平均的な値を示しており、そのような環境が多く種にとって好適で、多様な種組成を示す要因の一つであると考えられる。

本研究では5測点についての環境パラメータおよび生物量について統計解析を行ったが、その測点数の少なさから、Mantel test (土居・岡村, 2011) などの、動物の分布等に影響する環境パラメータの有意性の検定が十分にできなかった。また、メイオベントス群集構造を対象とした先行研究(板岡・玉井, 1993; 辻野・玉井, 1996; 辻野ら, 2000, 2002)では、年間を通じた調査により、N/C比や現存量の季節変動を考察している。さらに、底質環境の汚染指標として、化学的酸素要求量(COD)、IL、泥分率(MC)、全硫化物(TS)、全窒素(TN)、全リン(TP)およびマクロベントス群集の多様度のうちいくつかを用いて算出する合成指標が考案されている(日本水産資源保護協会, 2018)が、本調査では測定項目が足りず、また適用可能とされる閉鎖的海域とはいえない。さらにメイオベントス群集に対して適用可能かの検討も必要なため、今回は利用を見送った。今後もデータを蓄積し、時間的変化を含めて、該当海域におけるメイオフオナ群集構造の知見を多面的に深めたい。

## 参考文献

- Barnes, R. S. K. 1974. Estuarine Biology. Institute of Biology's studies in biology. No. 49, Edward Arnold Ltd., 24-27.
- 土居秀幸・岡村 寛. 2011. 生物群集解析のための類似度とその応用: Rを使った類似度の算出、グラフ化、検定. 日本生態学雑誌, 61 : 3-20.
- Feller, R. J. and Warwick, R. M. 1988. Energetics. In: Higgins, R. P. and Thiele, H.(eds.), Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press. 181-196.
- George, K. H, Khodami, S., Kihara, T. C., Arbizu, P. M., Martínez, A., Mercado-Salas, N. F., Pointner, K. and Veit-Köhler, G. 2020. Copepoda. In: Schmidt-Rhaesa, A.(ed.), Guide to the Identification of Marine Meiofauna. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 465-533.
- 平川和正・熊田 弘. 1986. 1985年春季の三河湾干潟域におけるメイオベントスの分布性状. 東海水研報, 119.
- 平川和正・熊田 弘・佐々木克之. 1988. 三河湾干潟域における自由生活線虫類の生産量推定. 東海水研報, 125.
- Huys, R. and Mu, F. 2008. Description of a new species of *Onychostenhelia* Itô (Copepoda, Harpacticoida, Miraciidae) from the Bohai Sea, China. Zootaxa, 1706: 51-68.
- 板岡 睦・玉井恭一. 1993. 広島湾におけるメイオベントスの群集構造と富栄養化. 日本ベントス学会誌, 45 : 19-28.
- 石黒健太郎. 2021. 線虫類の長期保管に向けた固定・保存液の検討. 株式会社日本海洋生物研究所 2021年年報, 15-18.
- 石黒健太郎. 2022. 線虫類の長期保管に向けた固定・保存液の検討(3か月、6か月、1年保管の結果). 株式会社日本海洋生物研究所 2022年年報, 26-28.
- Kihara, T. C. and Huys, R. 2009. A new genus of Ectinosomatidae (Copepoda, Harpacticoida) from sublittoral sediments in Ubatuba, São Paulo State (Brazil), an updated key to genera and notes on *Noodtiella* Wells, 1965. Zookeys, 17: 57-88.
- 木本圭輔・景平真明・畦地和久・長澤和也. 2015. 九州北東部の河川上流域における流程に沿った魚類群集の変化. 魚類学雑誌, 62 (1) : 1-12.
- 中西敏之. 2019. 小さな動物の分類—外部形態による線虫の同定—. 株式会社日本海洋生物研究所 2019年年報, 37-38.
- 日本海区水産研究所 (2018) 「群集組成による配置図: 間接傾度分析」  
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/gunshu/2nmds.html>, 2022年10月15日確認
- 日本水産資源保護協会. 2018. 水産用水基準 第8版. 103-105.
- 西村三郎. 1995. 日本海岸動物図鑑 [ II ]. 56-112.
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., Caceres, M. D., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlenn, D., Ouellette, M., Cunha, R. E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C. and Weedon, J. 2022. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-2, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Raffaelli, D. and Mason, C. F. 1981. Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. Marine Pollution Bulletin, 12 (5): 158-163.
- 水産庁研究部研究科 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 1991. 沿岸漁場生産力評価技術高度化事業底生生物調査マニュアル, 1-58.
- 辻野 睦・玉井恭一. 1996. 大阪湾の底質環境とメイオベントスの分布. 南西水研報, 29 : 87-100.
- 辻野 睦・有馬郷司・神山孝史・内田卓志. 2000. 吳湾のマクロベントス・メイオベントスと底質環境. 瀬戸内水研報, 2 : 49-56.
- 辻野 睦・吉田吾郎・内田卓志. 2002. 宮島干潟におけるメイオベントス動物群—特に線虫類の現存量について—. 水研センター研報, 4 : 33-39.

梅本祥平・木村妙子. 2016. 三重県田中川干潟における自由生活性線虫類の組成と分布. 日本ベントス学会誌, 70 : 65-74.

Wells, J. B. J. 1976. Keys to Aid in the Identification of Marine Harpacticoid Copepods. Department of Zoology, University of Aberdeen, 215pp.

Wells, J. B. J. 2007. An annotated checklist and keys to species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea). Zootaxa, 1568: 1-872.

World Register of Marine Species (2022) <https://www.marinespecies.org/>, 2022年10月15日確認

