

周防灘におけるメイオベントスの生態学的研究

酒井保次

Ecological Studies of Meiobenthos in Suo-nada

Yasuji SAKAI

A good deal of attention is being paid to the importance of meiobenthos in coastal shallow waters, for their significance as food for demersal fish and other marine organisms. Meiobenthos is also useful as the indicator organism to identify the quality of bottom sediments from environmental aspects.

From the fisheries point of view, the ecological characteristics of meiobenthos are important in relation to the feature of bottom sediments and to the fishing ground of demersal fish.

By the present investigation, the distribution of meiobenthos in Suo-nada, Seto Inland Sea, was first clarified. Then, the relations between the amount of catch of demersal fish and the findings in the present study were analysed for respective area and species.

1. The mean number of individuals of meiobenthos in Suo-nada was about 800 per 100 cm², and consisted mainly of nematodes, polychaetes and benthic copepods.

These animals were found abundantly close to the surface of sediments. They actually distributed more deeper in sandy mud than muddy bottom, and were found from the surface down to 5cm in depth.

2. Meiobenthos was abundant in autumn, while scarce during the summer time. Concerning the regional distribution, the number of individuals was numerous in the eastern and northern areas, but less abundant in the central, southern and western areas.

Concerning the percentage occurrence of principal meiobenthos, in nematodes, *Sabatiera* was found abundantly in the entire Suo-nada, while, *Desmodora* appeared in large number in the eastern and *Terschellingia* in the western areas. In polychaetes, *Prionospio cirrifera* distributed abundantly from the central to the western areas, while *Cossura coasta* and *Lumbrineris longifolia* were numerous in northern and eastern areas. Harpacticoids a benthic copepod group, was collected abundantly from the entire area.

3. The relation between the individual number of meiobenthos and the depth of their distribution was then analysed.

Although individual numbers of nematodes were few during summer and winter at depths between 20 and 40 meters, they increased the number in company with the increase of depth of water in other seasons. In polychaetes, the numbers were abundant in the water deeper than from 30 to 40 meters. On the contrary, the benthic copepods were noticed scarcely in water deeper than 30 to 40 meters.

The investigation on the relation between the occurrence of meiobenthos and the mud-content of sediment revealed that nematodes became less abundant in company with the increase of mud

content. The similar tendency was also observed in polychaetes except in spring. Benthic copepods were less abundant in sediments with mud-content from 50 to 75%, while they appeared abundantly in sediments with mud-content more than 75%.

4. Based on the quantity and the ranking of occurrence of three major meiobenthos (nematodes, polychaetes, and benthic copepods), the distributional patterns of meiobenthos are divided into four types, viz. Polychaeta-Nematoda type, Nematoda-Polychaeta type, Polychaeta-Copepoda type, Copepoda-Polychaeta & Nematoda type. From the mean composition and biomass of these species, four types could then be arranged into two categories: Polychaeta-Nematoda group and Polychaeta-Copepoda group. The former group is seen in the coarse sandy-mud bottom of the eastern portion of Suho-nada, and characterized by two polychaete species *Cossura coasta* and *Lumbrineris longifolia* and two nematode genera *Sabatiera* and *Desmodora*. The latter group is seen in the fine mud bottom of the shallow western water and characterized by a polychaete species *Prionospio cirrifera* and two nematode genera *Sabatiera* and *Terschellingia*. The mean biomass of Polychaeta-Nematoda group was about 280 mg/m² in wet weight, and the value of Polychaeta-Copepoda group was only about 120 mg.
5. Although the small-type trawl fishery in Suo-nada is carried out in the entire area, of Suo-nada, the fishing ground of demersal fish are mainly restricted to the eastern area characterized by Polychaeta-Nematoda group is essential. On the contrary, the demersal fishery is not active in the western area characterized by Polychaeta-Copepoda group.

The catch of flat fish such as soles, finespotted flounder, *Pleuronichtys cornutus*, and marbled flounder, *Limanda yokohamae*, was good in the area characterized by the Polychaeta-Nematoda group, while it was less abundant in the area characterized by Polychaeta-Copepoda group.

It is interesting to note that the amount of biomass of meiobenthos was fairly well correlated to the amount of catch of demersal fish in the water defined as the Polychaeta-Nematoda group. This tendency was especially remarkable in the catch of soles.

On the other hand, no relation was observed between the biomass of meiobenthos and the catch of demersal fish in the water defined as the Polychaeta-Copepoda group.

The results obtained through the present study indicate that the distributional pattern and the biomass of three major meiobenthos (nematodes, polychaetes and benthic copepods) in Suo-nada, Seto Inland Sea, have fairly close relationships to the localities of fishing grounds of flat fish and to the catch of important species such as soleina, finespotted and marbled flounders.

目 次

I 緒 言

II 研究方法と調査海域

1 研究方法

- 1) 採泥器と採集個体数
- 2) 採集回数と主要出現種の採集割合
- 3) 採泥深度と採集個体数
- 4) 試料の処理
- 5) 研究材料
- 6) メイオベントス個体数と現存量

- 2 調査海域
 - Ⅲ メイオベントスの季節別出現分布
 - 1 線虫類
 - 2 多毛類
 - 3 底生かい脚類
 - 4 小括
 - Ⅳ メイオベントスの分布と底質
 - 1 メイオベントスと水深
 - 2 メイオベントスと含泥率
 - 3 含泥率と底質との関係
 - 4 含泥率と線虫類食性タイプとの関係
 - 5 メイオベントスと溶存酸素量との関係
 - 6 小括
 - Ⅴ メイオベントスと漁場環境との関係
 - 1 メイオベントス各級の出現順位と底質及び海域区分
 - 2 底魚漁場
 - 3 メイオベントスと漁場との関係
 - Ⅵ 要約
- 参考文献

I 緒 言

海洋におけるベントス（底生生物）は、ネクトン（遊泳動物）と同じく1891年に HAECKEL が使い始めた名称で、1887年に HENSEN が名づけたプランクトン（浮遊生物）などと共に海洋における生物の生活様式によって類型された生物群である。これらの生物群は、海底の底質の表面、あるいは底質の中で生活し、固着もしくはわずかな運動しかしない生物である。これらのうちで植物に属するものを植物性ベントス、動物に属するものを動物性ベントスと2つに区分している。動物性ベントス（以下ベントスと略す）の研究は、18世紀に主として分類学的研究から始まり、ベントスが生態学的見地から研究されるようになったのは、1910年 PETERSEN がデンマークで底魚の餌生物の量的分布を明らかにすることを目的として採泥器による定量調査を行ったのが最初である。ベントスは、従来から大きさにより、1個体が数g以上のメガロベントス、1個体が数g以下で1mm目のフルイに残るマクロベントス、顕微鏡サイズでバクテリアや珪藻などのマイクロベントスに区分されていた。しかし1mm目のフルイを通過する小型のベントスが数多く存在することが明らかになり、これらのベントスをマイクロベントスとも区別し、1942年 M. MARE によりメイオベントスと名づけられた (MARE 1942, McINTYRE 1969)。

このメイオベントスの生態学的研究は、主として試料採集上の制約等から潮間帯周域を中心に

行われ、浅海域及び深海域での調査研究は極めて少ない状態が続いた (McINTYRE 1969, 1971)。その後、メイオベントスの研究は、ヨーロッパ、北米を中心に発展し、出現種や個体数の季節的変動を取扱った研究 (WIESER 1960, McINTYRE 1964, TIETJEN 1969, COULL 1970, McINTYRE & MURISON 1973)、定量的研究 (GRAY 1971, JUARIO 1975, BELL 1979)、海底での生物生産力に関する研究 (WIESER & KANWISHER 1961, TEAL 1962, TIETJEN 1969, WITTLE & ZIJLSTRS 1984) 及び底質環境との関係についての研究 (WARWICK 1971, BELL 1979, DYE 1981, RAFFAELLI & MASON 1981, WARWICK 1981, RAFFAELLI 1981) が主に行われて現在に至っている。

我国におけるメイオベントスの研究は、線虫類の分類を中心とした研究 (TOKIOKA 1949, WIESER 1955, SUDZUKI 1976, KITO 1976, 1977, 1978a, b, 1981, YOSHIMURA 1980a, b, 1982) がわずかに行われており、また分布及び生態学的研究は、潮間帯付近の砂浜や藻場での群集生態の一部として行われている (KIKUCHI 1966, MUKAI 1971, KITO 1975, ITO 1978)。さらに底質環境との関係についての研究は、最近になってようやく実施され始めたばかりである (SHIRAYAMA 1982, 1984a, b)。このように、我国におけるメイオベントスの研究は、ごく一部に分類及び生態学的研究が行われているにすぎない。これは、メイオベントスがマクロベントスに比べ、採集、選別が非常に煩雑で、また種名の同定も困難なことによるものと考えられる。しかし、メイオベントスは、マクロベントスに比べて一つの世代が短く年間の世代交代数の多いことから、海底での生産力に関して重要な位置を占めていると考えられ始めている。また最近では、底魚類や他の水産動物の餌としての役割及び底質環境に対する指標としても注目され始めている。

ベントスの底質に対する指標性については、ベントスは、一般に移動能力が極めて弱く定着性が強いので、潮汐、流入河川水、降雨など環境条件の一時的変化に影響されることが比較的少なく、海域の環境条件の平均的な状態を表わす利点がある。したがってこれらベントスは、その分布状況から海域の環境条件とくに底質に対する指標としての利用価値が高い。

瀬戸内海沿岸域では、マクロベントスを指標生物として利用する研究が数多くなされており、宮地 (1938, 1940a, b) は貝類の出現分布を内湾度の指標として、北森 (1963) は数種の多毛類を使い汚濁水域の指標としての有効性を論じている。

また、メイオベントスに関しては RAFFAELLI & MASON (1981) が線虫類と底生かい脚類の出現個体数の比から底質環境を論じているが、現在のところ結論を出すに至っていない (WARWICK 1981, RAFFAELLI 1981, COULL et al. 1981)。いずれにせよ、メイオベントスの底質環境に対する指標性についてはマクロベントスと同じようにその有効性を否定することはできない。しかし我国におけるこの分野の研究は、現段階においてほとんど手がつけられていない状態である。

著者は、このようなメイオベントスを水産的な見地から、底質環境や底魚漁場環境との関係において、その特性を見出すことを目的として調査研究を行った。調査研究は、Fig. 1 に示した沿岸域としては比較的汚染が進んでいない海域で、また底魚類を対象とした小型底曳網漁業の盛んな瀬戸内海西部の周防灘を調査海域に選び、まずメイオベントスの分布状況を把握するため、主要種の季節別出現個体数を調査した。次にメイオベントスと底質環境との関係を明らかにするため、水深及び底質の含泥率と主要種の出現個体数との関係を検討した。またメイオベントスの主

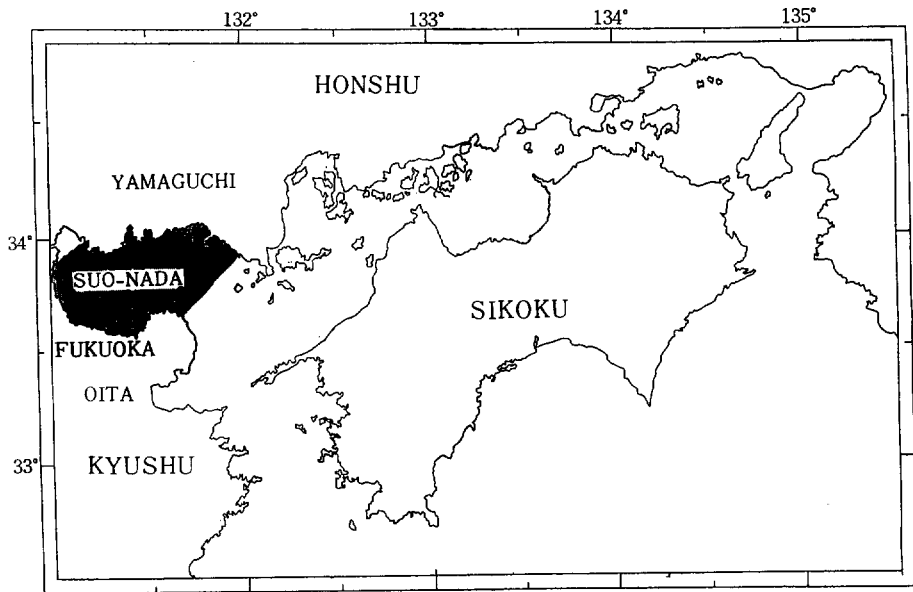


Fig. 1. Map showing the location of study area.

要構成生物の出現順位から出現海域の類型化を行い、海域の区分及び底質環境に対する検討を行った。さらにこれらの結果に基づきメイオベントスの分布と底魚漁獲量との関係を海域別、魚種別に明らかにし、メイオベントス主要構成生物と底魚漁場との関係について検討を行った。

本研究を取りまとめるについて、終始きわめて懇切なご指導とご校閲をいただいた九州大学農学部教授 塚原博博士につつしんでお礼を申し上げます。また、諸々のご指導とご批判をいただいた同大学農学部教授 板沢靖男博士、同助教授 中園明信博士に厚くお礼を申し上げます。研究の実施にあたり、ご指導と多大な御協力をいただいた南西海区水産研究所漁場保全研究室長 会沢安志博士、同研究所赤潮部長 安楽正照博士に厚くお礼を申し上げます。また、底魚類の漁獲量に関し有用なご助言をいただいた同研究所内海資源部 伊東弘室長、正木康昭博士に深くお礼申す次第である。試料の採集に当り、調査船しらふじ丸の乗組員各位の協力を得た。ここに深く感謝する。

II 研究方法と調査海域

1. 研究方法

1) 採泥器と採集個体数

一般に浅海域における底生生物の採集は、主にその大きさによって採集器具を使い分けている。1mm目のフルイを通過し、数十 μ のフルイ目に残るメイオベントスは、通常グラブタイプ及びコアタイプの採泥器により採集されている。本調査海域の周防灘は、海底が砂泥底及び泥底であり、ここでは砂泥底、泥底におけるメイオベントスの各種採泥器による採集効率を明らかにするため、1981年10月に周防灘の砂泥底及び泥底の調査点において、グラブタイプ及びコアタイプ

Table 1. Sampling efficiency of meiobenthos by three samplers.

Substrate	Sampler	Nematodes	Polychaetes	Copepods
Sandy-mud	core sampler	100	100	100
	Eckman-Birdge sampler	73	64	54
	Smith-McIntyre sampler	74	87	55
Mud	core sampler	100	100	100
	Eckman-Birdge sampler	82	96	51
	Smith-McIntyre sampler	88	61	47

1) Sampling volume was $10 \times 10 \text{ cm}^2$, sampling depth was 10cm.

2) Number of individuals by core sampler is 100.

による採泥を行い、その結果を Table 1 に示した。なお使用した採泥器は、グラブタイプとして採泥面積 0.04 m^2 のエクマンバージ採泥器及び 0.1 m^2 のスミスマッキンタイヤー採泥器、コアタイプとして内径 7 cm のコア採泥器である。

これによれば、線虫類、多毛類、底生かい脚類いずれも、コア採泥器による採集率が他の2種の採泥器に比較して高く、コア採泥器の採集個体数を100とすると、砂泥底、泥底ではエクマンバージ、スミスマッキンタイヤー採泥器のいずれも線虫類、多毛類で70—80、底生かい脚類で50程度であった。これは、グラブタイプの採泥器では、海底から船上に引き上げられる際に、底泥水と共に底泥表層付近に生息しているメイオベントスがあふれ出るためと考えられる。一方、コア採泥器は、底泥水の流出がなく、底泥表層付近に生息しているメイオベントスの全量が採集されるためである。

以上の結果から、メイオベントス採集には、コア採泥器の使用が最も適切であると判断した。

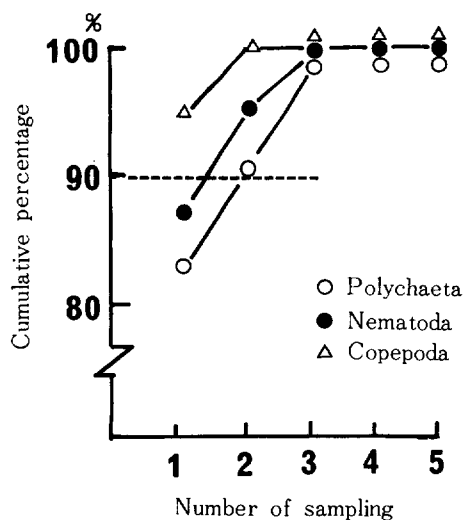


Fig. 2. Relation between number of sampling and cumulative percentage to the total number of individuals collected by five samplings.

本研究では、コア採泥器による採集が可能な限りコア採泥器を使用し、底質の粗い海域でコア採泥器による採集が不可能な場合においてのみ、エクマンバージ採泥器、またはスミスマッキンタイヤー採泥器を使用した。

2) 採集回数と主要出現種の採集割合

メイオベントスを定量採集するため、1981年10月に周防灘東部及び北部の底質の異なる3調査点で採集回数の検討を行った。各調査点では5回の採泥を行い、主要出現種の平均採集割合を調べ、その結果を Fig. 2 に示した。これによれば、採泥回数3回でメイオベントス主要出現種の100%を、採泥回数2回で線虫類、多毛類、底生かい脚類のそれぞれ90%以上を採集できることが明らかになった。

以上の検討結果に基づき、本研究では、メイオベントス採集法として各調査点でコア採泥器による2回採泥を行うことにした。

3) 採泥深度と採集個体数

メイオベントスの定量採集を行うに当り、底泥表面からの採集深度を求めるため、1981年10月に周防灘東部及び北部の泥底、砂泥底の2調査点で、線虫類、多毛類、底生かい脚類の垂直分布を調べ、その結果を Fig. 3 に示した。これによると、線虫類は、泥底において底泥表面から3 cmの深さまでに出現個体数の90%が採集され、また砂泥底で80%が採集されている。多毛類では、泥底で海底表面5 cmまでに泥底では90%、砂泥底では80%がそれぞれ採集されている。底生かい脚類では、泥底で1 cmの深さまでに90%以上が採集され、砂泥底でも3 cmまでで90%が採集されている。

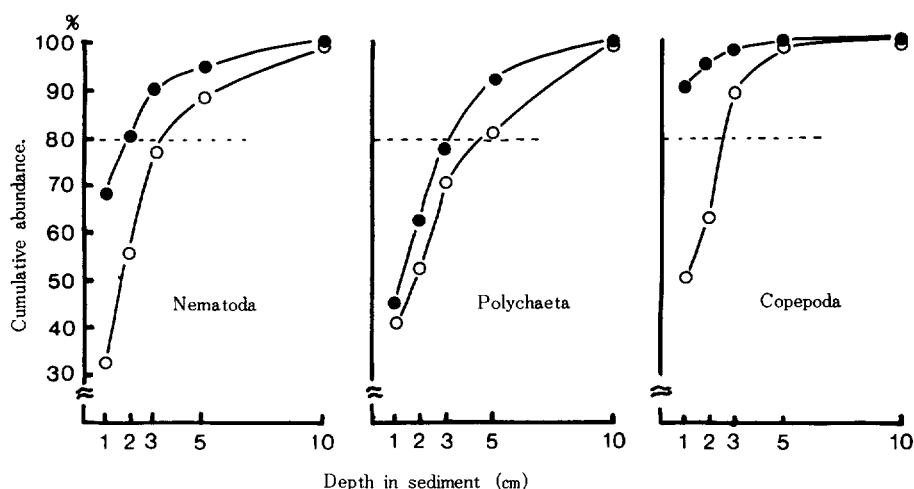


Fig. 3. Vertical distribution of meiobenthos in Suo-nada.

● Mud ○ Sandy-mud

以上のように、線虫類、多毛類、底生かい脚類は海底表面付近に主に分布し、また、泥底と砂泥底では砂泥底の方により深く分布していた。いずれにしても海底表面から5 cmの深さまで出現個体数の80—90%程度採集できることを認めた。この結果に基づいて本研究では、採泥された底質のうち海底表面から5 cmまでをメイオベントスの試料とした。

4) 試料の処理

コア採泥器により採集された底泥は、船上で直ちに底泥表面から5 cmまでを切り取り、メイオベントス用試料として7—8%中性ホルマリン海水で固定し、研究室に持ち帰った。また、底質分析用試料は分析までの間-20℃で凍結保存した。メイオベントス用試料は、研究室で HULLINGS & GRAY (1971)、山西 (1979) の方法に準じて試料に海水を加え、攪拌しながらフルイ分けを行い、メイオベントスを分離した。底泥からメイオベントスを選別する場合、使用するフルイの大きさによって採集生物の種類及び量の異なることが知られており (REISH 1959)、本研究では、

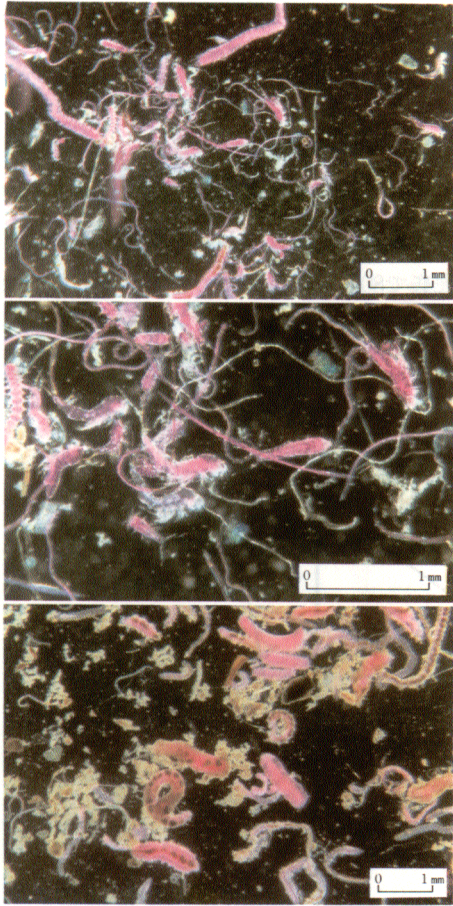


Fig. 4. Photographs of meiobenthos.
 Upper: Nematoda, Polychaeta, Copepoda.
 Middle: Copepoda, Nematoda.
 Lower: Polychaeta.

比較的サイズの大きいメイオベントスの採集を目的としたため、1 mm目のフルイを通過し、63 μ のフルイに残った試料を対象とした。試料は、メイオベントスの選別作業を容易にするため、0.2%のローズベンガル溶液を加え染色し (McINTYRE 1964, WARWICK & BUCHANAN 1970), 実体顕微鏡下で主なメイオベントスを選別し個体数の計測を行った (Fig. 4)。

5) 研究材料

本研究では、1981年10月から1982年7月にかけて周防灘18地点で採集されたメイオベントスを使用した。採集した主なメイオベントスの平均個体数を Table 2 に示した。

これによれば、周防灘全域のメイオベントス平均個体数は、10 \times 10cm²当り 796個体で、メイオベントスを構成している主な類では、線虫類が577個体で全体の72.5%を占め、次いで底生かい脚類、多毛類の順であった。このように周防灘で採集されたメイオベントスのうち、線虫類、底生かい脚類、多毛類の3類で全体の90%以上の個体数を占めていた。したがって本研究では、線虫類、底生かい脚類、多毛類の3類をメイオベントス主要出現種として研究を行った。次にこれら3類の主な出現種を線虫類では属まで、多毛類では種まで同定を行い、結果を Table 3 に示す。

Table 2. Abundance of the main meiobenthos in Suo-nada, 1981-1982

Group	Number of individuals (No./10 \times 10cm ²)	%
Nematoda	577	72.5
Polychaeta	55	6.9
Copepoda	93	11.7
Others	71	8.9
Total	796	100

※ Others.....Folminifera. Ciliata, Turberallia, Mollusca, etc.,

Table 3. List of the main meiobenthos in Suo-nada

Nematoda	<i>Sabatiera</i>
	<i>Terschellingia</i>
	<i>Desmodora</i>
	<i>Odontophora</i>
	<i>Curvolaimus</i>
Polychaeta	<i>Viscosia</i>
	<i>Prionospio cirrifera</i>
	<i>Cossura coasta</i>
	<i>Lumbrineris longifolia</i>
Copepoda	<i>Sigambra tentaculata</i>
	<i>Harpacticoida</i>

これによると、線虫類では、*Sabatiera*, *Terschellingia*, *Desmodora*, *Odontophora*, *Curvolaimus*, *Viscosia* の各属が主に出現し、多毛類では、*Prionospio cirrifera*, *Cossura coasta*, *Lumbrineris longifolia*, *Sigambra tentaculata* が主に出現している。底生かい脚類は、出現個体のほとんどが Harpacticoids である。

6) メイオベントス個体数と現存量

一般にメイオベントスの現存量は、他のベントスと同じように湿重量または、乾重量で表わされるが、メイオベントス自体非常に小型で湿重量としては極めて少量なため、多くの場合個体数を測定し、湿重量に換算する方法をとっている。ここでは、周防灘におけるメイオベントス現存量を個体数から湿重量に換算するため、1981年10月に周防灘東部及び周防灘北部の3調査点で得られた試料に基づき個体数と湿重量の関係を求め、Fig. 5 に示した。なお、個体数と湿重量の関係を求める方法としては、線虫類、多毛類、底生かい脚類の一定個体数をマイクロ天秤で秤量し平均湿重量を求めた。これによると、線虫類では、 $W = 0.9 \times 10^{-3}N$ (W ; 湿重量mg, N ; 個体数), 多毛類では、 $W = 2.3 \times 10^{-2}N$, 底生かい脚類では、 $W = 0.2 \times 10^{-2}N$ の関係を得た。これらの結果から、本研究における現存量は、上記の関係を利用し個体数から湿重量に換算した。

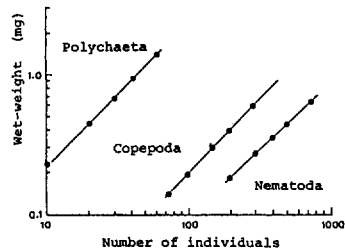


Fig. 5. Relation between individual number and wet-weight.

2. 調査海域

本研究の調査海域の周防灘は、瀬戸内海の西部に位置し、Fig. 6 に示すように東西100km、南北30km、面積3,100km²の海域で、伊予灘、豊後水道、関門海峡に接しこれらを通して海水の交換のよい海域である。

水深は、灘東部で40mを超えるが、灘中央部から灘西部にかけて水深30m前後の海底からゆるやかな勾配で次第に浅くなり、灘西部に20m以浅の平坦な海底が続いており、平均水深23.7mの比較的浅い海域である(村上他 1976)。

底質は、灘東部から灘北部にかけて砂質及び砂泥質と粗く、灘中央部から灘西部は泥質である(正木, 伊東 1984)。含泥率は、メッシュ150のフルイを通過した微細泥の百分率で示しており、灘中央部から灘西部にかけ含泥率が90%と高く、灘東部、灘北部は20—40%と低くなっている(山口内海水試 1974)。

強熱減量 (IL) は、海底表面から5 cmまでの深さの泥を均一にした試料を用い、550℃ 4時間の強熱減量を求めた。1982年夏季の試料では、灘東部が5%と低く、灘中央部から灘西部にかけては5%以上で、特に灘西部から灘南部は、10%以上と高くなっている。

全炭素量 (T-C) は、灘中央部から灘西部で10.5—18.0mgC/gと高く、灘東部から灘北部で3.6—8.5mgC/gと低い。

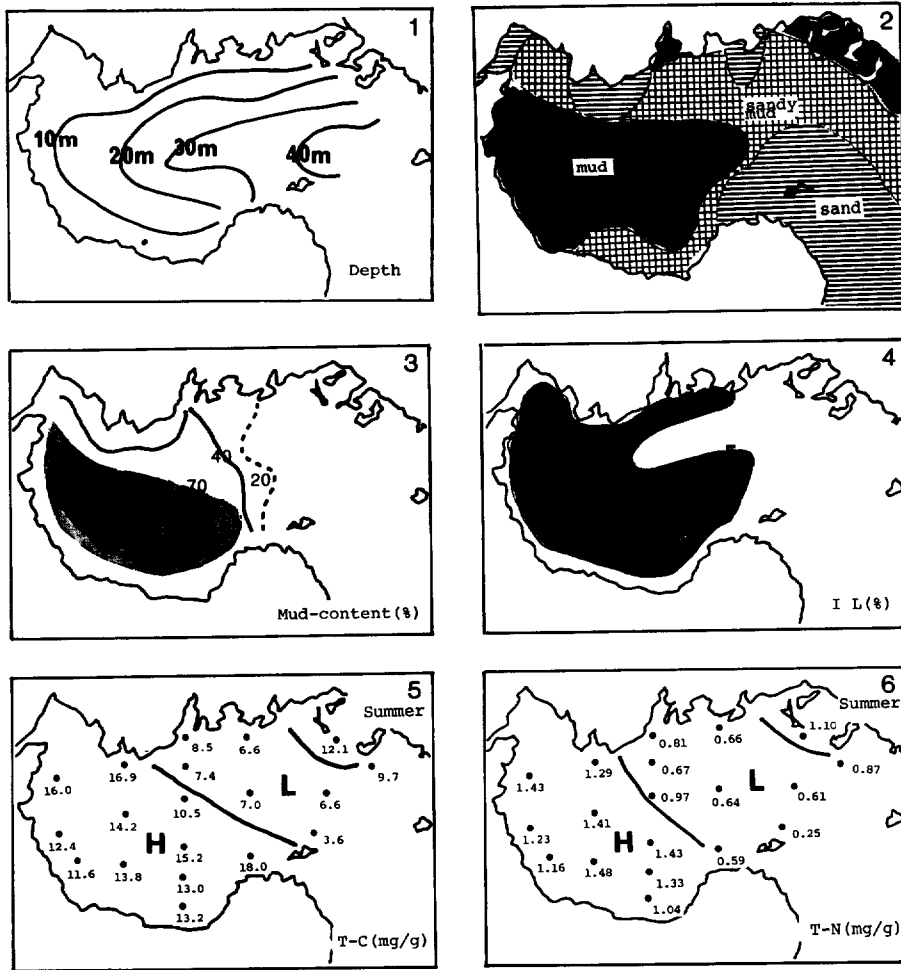


Fig. 6. Topography, substrate conditions in Suo-nada, western Seto Inland Sea.

- 1: Depth contours.
- 2: Spatial distribution of sediment types.
- 3: Percentage of fine fraction (finer than $105\mu\text{m}$)
- 4: Percentage of ignition loss as the indicator of organic materials.
- 5: Distribution of total-carbon (mg/g)
- 6: Distribution of total-nitrogen (mg/g)

全窒素量 (T-N) は、T-C と同じように灘中央部から灘西部で $1.04\text{--}1.48\text{mgN/g}$ と高く、灘東部から灘北部で $0.25\text{--}0.97\text{mgN/g}$ と低い。

なお、T-C 及び T-N は、IL と同じように1982年夏季の試料を用い、海底表面から5 cmまでの深さの泥を均一にした試料を柳本 CHN コーダー MT 3 型で分析した。

III メイオベントスの季節別出現分布

周防灘におけるメイオベントスの分布を明らかにするため、1981年10月から1982年7月にかけて

て Fig. 7 に示した周防灘18調査点で、各季節毎にメイオベントスを採集し、各類毎の出現個体数を計数した。

1. 線虫類

線虫類の分布は、Fig. 8 に示すように、季節別に出現個体数の分布を見ると、春季は、灘西部の福岡県沿岸から灘中央部にかけて、出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り20—200個体と少ない。また主な出現属の個体数の割合は *Sabatiera* 属が約40%と半数近くを占め、ついで *Desmodora* 属、*Terschellingia* 属が10—20%を占めている。

一方、灘北部の山口県沿岸から灘東部にかけては、 $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 200—1,000個体と多く、*Sabatiera* 属が出現個体数の20—30%と多く出現し、*Desmodora* 属、*Terschellingia* 属もそれぞれ10—20%を占めている。また、*Viscosia* 属、*Odontophora* 属の出現も見られた。

夏季は、春季と同じように、灘西部から灘中央部にかけて出現個体数が少なく、 $10 \times 10\text{cm}^2$ 当

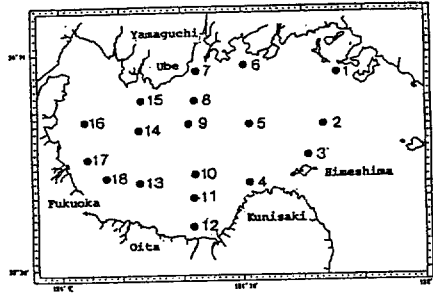


Fig. 7. Location of sampling stations in Suo-nada.

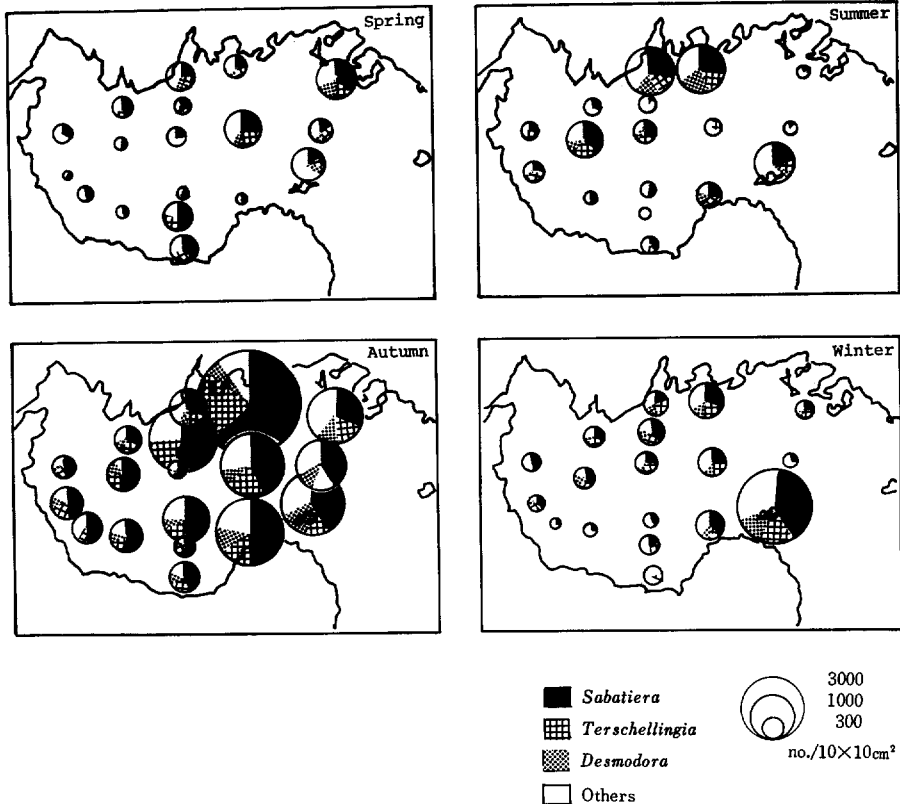


Fig. 8. Seasonal distribution and density of Nematoda.

り0—120個体である。主な出現属の個体数割合は、*Sabatiera* 属が30—50%、*Terschellingia* 属が10—20%、*Desmodora* 属が10—25%と多く、その他の *Viscosia* 属、*Odontophore* 属は灘中央部ではほとんど出現が見られない。灘北部及び灘東部では、 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り1,000個体以上の海域が山口県沿岸にあり、灘西部、灘中央部に比べて多い。主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が30%、*Desmodora* 属が10—20%、*Terschellingia* 属が5—20%と多く、その他の *Viscosia* 属、*Odontophore* 属が5—10%であった。

秋季は、周防灘全域において本調査期間中最も出現個体数が多く、 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り100個体以下の海域はみられなかった。特に灘北部から灘東部にかけて $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り 1,500—5,000個体と多く、最大出現個体数は灘北部山口県沿岸の5,040個体であった。主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が30—65%、*Terschellingia* 属が10—20%、*Desmodora* 属が5—20%であり、*Sabatiera* 属の出現割合が高い。その他の *Viscosia* 属、*Odontophora* 属はいずれも1—3%と出現割合が低い。灘西部から灘中央部にかけては、 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り200—1,000個体と他の季節に比べて出現個体が多い。主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が30—60%、*Terschellingia* 属が15—25%、*Desmodora* 属が8—20%と多く、その他の *Viscosia* 属、*Odontophore* 属はほとんどみられなかった。

冬季は、灘北部から灘東部にかけて出現個体数が $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り400—2,500個体と多く、主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が20—40%、*Terschellingia* 属が10—20%、*Desmodora* 属が15—30%、その他の *Viscosia* 属が2—10%、*Odontophore* 属が1—6%である。灘西部から灘中央部にかけては、出現個体数が $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り100—200個体と少なく、主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が20—45%、*Terschellingia* 属が10—40%、*Desmodora* 属が10—30%、その他の *Viscosia* 属、*Odontophore* 属が数%であった。

以上の結果から、周防灘における線虫類は、季節的には秋季に最も出現個体数が多く、他の春季、夏季、冬季はいずれも同じ程度であった。また分布は、周年を通して灘北部の山口県沿岸域及び灘東部の姫島周辺域で出現個体数が多く、灘西部の福岡県沿岸域及び灘中央部に少ない傾向が認められた。主な出現属の個体数の割合は、*Sabatiera* 属が周防灘全域で最も多く、常に30%以上を占めており、特に出現個体数が最も多い秋季には、灘北部山口県沿岸域で60%を超えていた。次いで *Terschellingia* 属が灘西部から灘中央部で、*Desmodora* 属が灘北部、灘東部で共に10—20%と比較的多く出現していた。またその他の *Viscosia* 属、*Odontophore* 属は、灘中央部を除き1—10%の出現が認められた。

2. 多毛類

多毛類の分布は、Fig. 9 に示すように、季節別に出現個体数を見ると、春季は灘東部から灘北部及び灘西部にかけて $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り20—120個体と多い。主な出現種では、*Prionospio cirrifera* が灘東部で出現個体数の10—20%を占め、灘北部で10—40%、特に灘東部で40—80%と高い割合を示した。次いで *Cossura coasta* が灘東部で7—15%、灘北部山口県沿岸域で40—70%、*Lumbrineris longifolia* が灘東部で16—26%、灘北部で6—20%であった。灘中央部では、出現

周防灘におけるメイオベントス

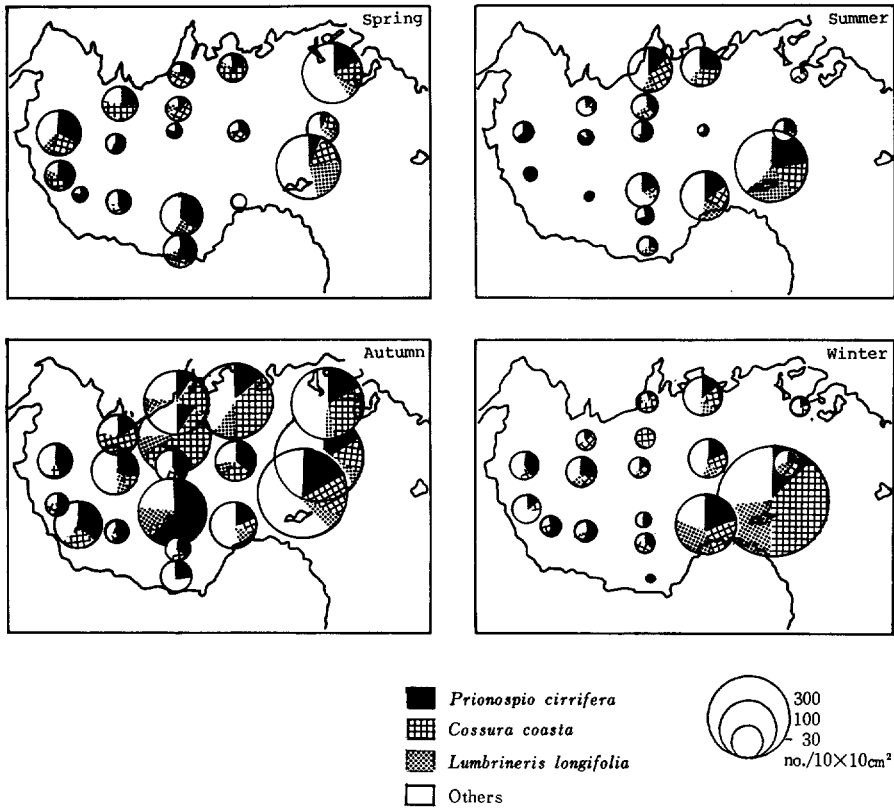


Fig. 9. Seasonal distribution and density of Polychaeta.

個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 3—12個体と少なく、*Prionospio cirrifera* が80%以上を占めていた。

夏季は、灘東部の姫島周辺域及び灘北部の山口県沿岸域で出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 50—150個体と多い。主な出現種は、*Prionospio cirrifera* が灘東部、灘北部で15—30%、*Cossura coasta* が灘北部で25—30%、*Lumbrineris longifolia* が灘東部で15—60%であった。灘西部から灘中央部では、出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 0—36個体と少ない。主な出現種は、*Prionospio cirrifera* が多く50%以上であるが、*Cossura coasta*、*Lumbrineris longifolia* とも出現しなかった。

秋季は、周防灘全域に出現個体数が多く、特に灘東部の姫島周辺域から灘北部にかけ $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 200個体以上であり、主な出現種は、*Prionospio cirrifera* が灘東部で13—18%、灘北部で7—19%、*Cossura coasta* が灘東部で2—15%、灘北部で33—72%、*Lumbrineris longifolia* が灘東部で12—23%、灘北部で0—13%であった。灘西部から灘中央部では、出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 15—150個体であり、主な出現種は、*Prionospio cirrifera* が29—62%と多いが、*Cossura coasta*、*Lumbrineris longifolia* は一部の海域を除きほとんど出現しなかった。

冬季は、灘東部及び灘西部に出現個体数が多く、特に灘東部の姫島周辺域では $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り 432個体と多い。主な出現種は、*Prionospio cirrifera* が灘東部で16—26%、灘西部で13—63%、*Cossura coasta* が灘東部で12—35%、灘西部で0—22%、*Lumbrineris longifolia* は灘東部で21

—45%，灘西部で0—13%であった。灘中央部では出現個体数が少なく10×10cm² 当り10—30個体であり，主な出現種は *Prionospio cirrifera* が約50%以上を占めており，*Cossura coasta*，*Lumbrineris longifolia* とともに一部の海域を除き出現していなかった。

以上の結果から，周防灘における多毛類は，季節的には秋季に最も出現個体数が多かった。また分布は，周年を通して灘東部の姫島周辺域で出現個体数が多く，次いで灘北部の山口県沿岸域に多いことが認められた。灘西部の福岡県沿岸域は，冬季，春季は出現個体数が多く，夏季，秋季には少なかった。灘中央部は，周年を通して他の海域より出現個体数が少なかった。主な出現種の割合は，*Prionospio cirrifera* が周防灘全域に最も多く，特に中央部から灘西部で50%以上出現していた。*Cossura coasta* は灘北部の山口県沿岸域に30%と多く，灘中央部では少なかった。*Lumbrineris longifolia* は，灘東部の姫島周辺域に20—50%と多く，灘中央部，灘西部では少なかった。

3. 底生かい脚類

底生かい脚類の分布は，Fig. 10 に示すように季節別に出現個体数及び主要出現種の割合をみると，春季は灘西部から灘南部の沿岸域に10×10cm² 当り200—500個体と多い。主な出現種では，Harpacticoids が80%以上を占めていた。灘北部から姫島周辺域を除く灘東部にかけて10×10cm² 当り10—30個体と少なく，また出現個体数の90%以上は Harpacticoids であった。

夏季は，灘北部，灘西部，灘南部の沿岸域で出現個体数が10×10cm²当り40—125個体と多く，

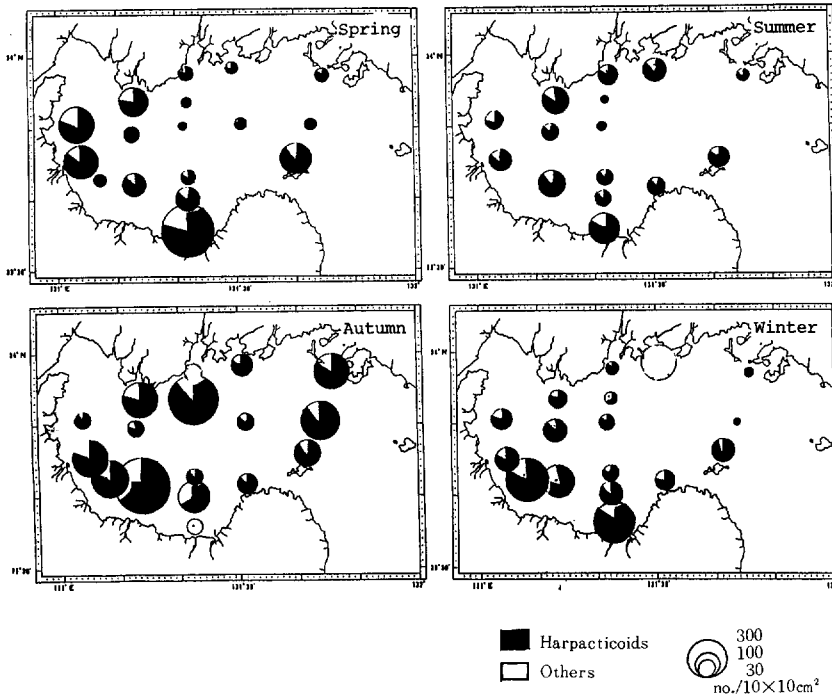


Fig. 10. Seasonal distribution and density of Copepoda.

灘中央部，灘東部がそれぞれ0—34，0—62個体と少ない。またいずれの海域でも *Harpacticoids* が出現個体数の90%以上を占めた。

秋季は，灘中央部を除き出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り30—600個体と多く，出現個体数の80%以上を *Harpacticoids* が占めていた。

冬季は，灘西部から灘南部で出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り60—300個体と多く，*Harpacticoids* が出現個体数の90%以上を占めていた。また灘中央部から灘東部にかけては，一部の海域を除き，出現個体数が80個体以下と少なく，*Harpacticoids* が100%近くを占めていた。また灘東部の一部の海域に出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り221個体と多い海域があるが，これは海底付近に高密度に分布していたかい脚類の *Oithona* が採集されたためである。

以上の結果から，周防灘における底生かい脚類は，春季と秋季に出現個体数が多く，他の季節はいずれも少なかった。また出現分布は，秋季を除き灘西部から国東半島沿岸域に多く，灘中央部から灘東部に少なかった。主な出現種としては *Harpacticoids* が出現個体数の80—90%以上を占めていた。

4. 小括

周防灘全域の線虫類，多毛類，底生かい脚類の季節別出現個体数を Fig. 11 に示した。これによると，線虫類，多毛類，底生かい脚類は，いずれも季節による出現個体数の変化がみられ，特に秋季に出現個体数が最も多く，夏季に少なかった。線虫類では，春季，夏季，冬季の出現個体数は同じであったが，多毛類，底生かい脚類は春季から夏季に出現個体数の減少がみられた。なお，出現個体数の多い秋季と少ない夏季とでは，線虫類，多毛類，底生かい脚類でそれぞれ約5倍，4倍，3倍の差が認められた。

また，周防灘を Fig. 12 のように地理的に東部，北部，中央部，南部，西部の5海域に区分し，各海域における線虫類，多毛類，底生かい脚類の出現個体数を Fig. 13 に示した。これによると，線虫類の出現個体数は，東部，北部に多く，西部，南部に少なかった。多毛類は，東部に最も多く，南部，西部，中央部に少なかった。底生かい脚類は，南部，西部に多く，中央部に

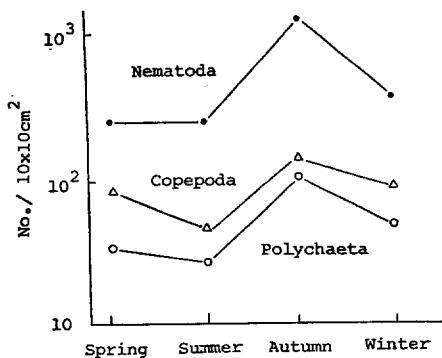


Fig. 11. Seasonal changes of meio-benthos density in Suo-nada.

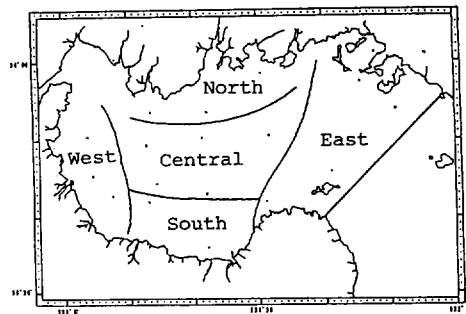


Fig. 12. Five geographical areas in Suo-nada.

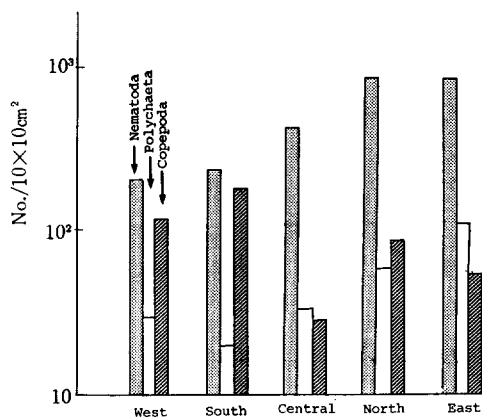


Fig. 13. Average density of meiobenthos in five areas in Suo-nada.

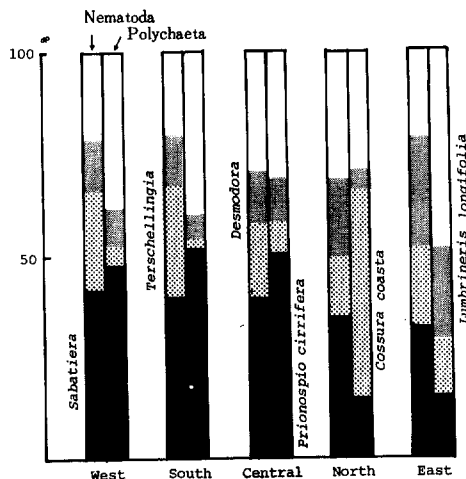


Fig. 14. Occurrence of important genera (nematoda) and species (polychaeta) in five areas in Suo-nada.

少なかった。また、これら各海域における出現個体数の季節変化は、いずれの海域も線虫類、多毛類、底生かい脚類の各類とも秋季に増加し、夏季に減少した。

次に線虫類、多毛類の主な出現種の海域別平均組成を Fig. 14 に示した。これによると、線虫類では、*Sabatiera* 属が全域に33—42%と最も多く出現し、*Terschellingia* 属が西部に、*Desmodora* 属が東部及び北部に多く出現していた。

多毛類では、*Prionospio cirrifera* が中央部、南部、西部に50%と多く出現しており、東部、北部には少なかった。*Cossura coasta* は北部、東部に多く、*Lumbrineris longifolia* は東部に多く出現していた。

以上のことから、周防灘におけるメイオベントスの出現分布は、季節的には秋季に出現個体数が多く、夏季に少なかった。また海域的には、東部から北部に多く、中央部、南部、西部には少なかった。さらに、メイオベントスの線虫類、多毛類、底生かい脚類の主な出現種の分布は、線虫類では、*Sabatiera* 属が全域に、*Terschellingia* 属が西部から中央部に、*Desmodora* 属が北部から東部にそれぞれ多く出現していた。多毛類では、*Prionospio cirrifera* が中央部から西部に、*Cossura coasta* は北部に、*Lumbrineris longifolia* は東部に多く出現していた。底生かい脚類では、*Harpacticoids* が全域に多く出現していた。これらの結果から、メイオベントスの出現分布は、季節とともに、水深や底質などの海域環境により、大きく変動していることが明らかになった。

IV メイオベントスの分布と底質

周防灘におけるメイオベントス各類の分布及び出現個体数は、海域、季節により大きく変動している実態が前章で明らかになった。このような変動は、メイオベントス各類の分布と出現個体数に季節的な影響があると同時に、底質環境によってそれらが影響を受けているためと考えられ

る。ここでは、メイオベントスの線虫類、多毛類、底生かい脚類の分布、出現個体数と水深及び含泥率等との関係を検討した。

1. メイオベントスと水深

メイオベントスの分布と水深との関係を明らかにするため、まず季節別にメイオベントス各級の平均出現個体数と水深との関係を求め Fig. 15 に示した。これによると、春季では、線虫類はすべての水深帯で $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り100個体以上の出現が見られるが、水深との関連性はみられなかった。多毛類は、水深30—40mの範囲で10個体程度と出現個体が最も少なく、底生かい脚類は、多毛類と同じく水深30—40mで10個体以下と少なかった。

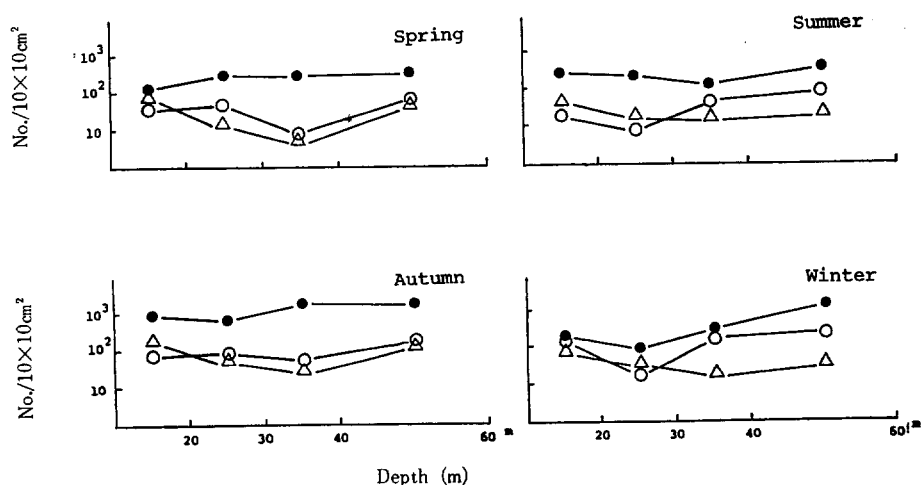


Fig. 15. Relation between meiobenthos density and depth in four seasons.

● Nematoda ○ Polychaeta △ Copepoda

夏季では、線虫類は水深30—40mで出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り150個体と最も少なかった。多毛類は、20—30mで8個体と少なく、底生かい脚類は水深20m以浅で64個体と多く、20m以深では変わらなかった。

秋季では、線虫類は水深30—40mで出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り2,600個体と多かった。多毛類は、30—40m以浅では出現個体数は変わらないが、30—40m以深では270個体と多く、底生かい脚類は30—40mで少なく40個体であった。

冬季では、線虫類は水深20—30mで出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り120個体と最も少なかった。多毛類は、線虫類と同じように20—30mで20個体と少なく、底生かい脚類は30—40mで25個体と少なく、30—40m以深では変わらなかった。

以上のように、線虫類では夏季に水深30—40mで、冬季に20—30mで出現個体数が少なく、他の季節はいずれも水深が深くなると個体数の増加が認められた。多毛類は、春季に水深30—40mで、夏季、冬季は20—30mで出現個体数が少なかった。底生かい脚類では、季節に関係なく30—40mで出現個体数が少ないことが認められた。

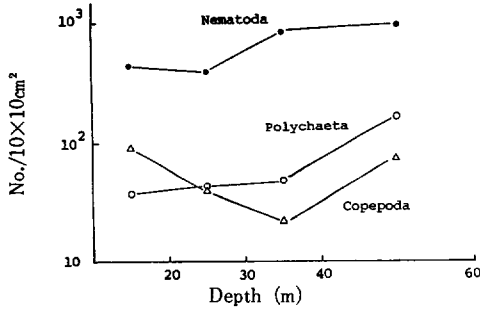


Fig. 16. Relation between annual mean density of meiobenthos and depth.

次にこれらメイオベントスの年平均体数と水深との関係を求め Fig. 16 に示した。これによると線虫類は、水深30—40m以深で出現個体が多く、また多毛類は40—60mで多く出現していた。底生かい脚類は、水深30—40mで出現個体数が少ないことが明らかになった。

2. メイオベントスと含泥率

メイオベントスの分布と含泥率との関係を明らかにするため、まず季節別にメイオベントス各類の平均出現個体数と含泥率との関係を求め Fig. 17 に示した。これによると、春季では、線虫類は含泥率の違いによる出現個体数の変動はみられなかった。多毛類は、含泥率50—75%で出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り12個体と最も少なかった。底生かい脚類は、多毛類と同じく含泥率50—75%で出現個体数が最も少なく12個体であった。

夏季では、線虫類は含泥率50—75%で出現個体数が $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り100個体と少なかった。多毛類は、含泥率が高くなるに従って少なくなり、75—100%で最も少なく10個体であった。底生かい脚類は、50—75%で少なく4個体であった。

秋季では、線虫類は含泥率50—75%以上で出現個体数が少なくなり、75—100%で $10 \times 10\text{cm}^2$ 当り740個体と最も少なかった。多毛類は含泥率が高くなるに従って少なくなり、75—100%で70個体であった。底生かい脚類は、25—50%で少なく80個体であった。

冬季では、線虫類は含泥率が高くなるに従って出現個体数が少なくなり、75—100%で 10×10

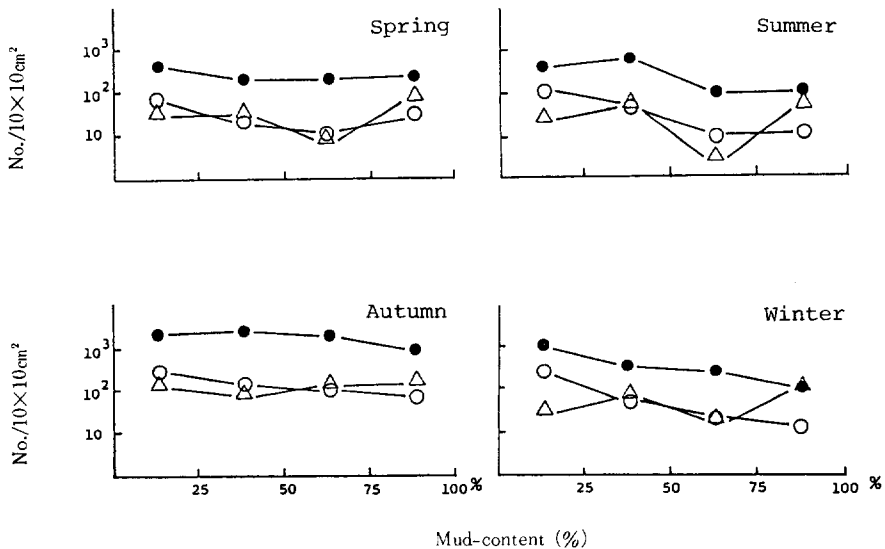


Fig. 17. Relation between meiobenthos density and mud-content in four seasons.

● Nematoda ○ Polychaeta △ Copepoda

cm²当り130個体と最も少なかった。多毛類は、線虫類と同じように含泥率が高くなるに従って少なくなり、75—100%で最も少なく18個体であった。底生かい脚類は、50—75%で最も少なく18個体であった。

以上のように、線虫類では春季を除き、含泥率が高くなるに従って出現個体数が減少した。多毛類では、線虫類と同じように春季を除き、含泥率が高くなるに従って出現個体数が減少した。底生かい脚類は、各季節とも含泥率75—100%で出現個体数が多く、また秋季を除き含泥率が50—75%で少ないことが認められた。

次に、これらメイオベントスの年平均出現個体数と含泥率との関係を求め Fig. 18 に示した。これによると、線虫類は含泥率が高くなるに従って出現個体数が減少し、また多毛類は、線虫類と同じように含泥率が高くなるに従って出現個体数が減少した。底生かい脚類は、含泥率50—75%で出現個体数が最も少ないことが明らかになった。

また、同じ水深帯でのメイオベントス3類の出現個体数と含泥率との関係は、Fig. 19 に示す

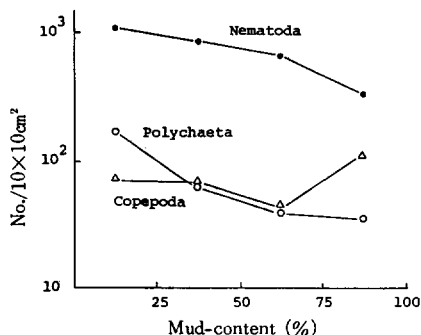


Fig. 18. Relation between annual mean density of meiobenthos and mud-content.

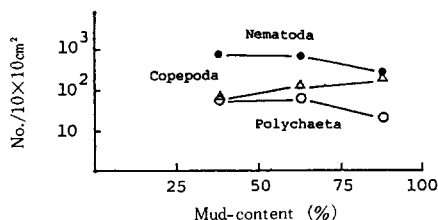


Fig. 19. Relation between meiobenthos density and mud-content at 10-20m layer.

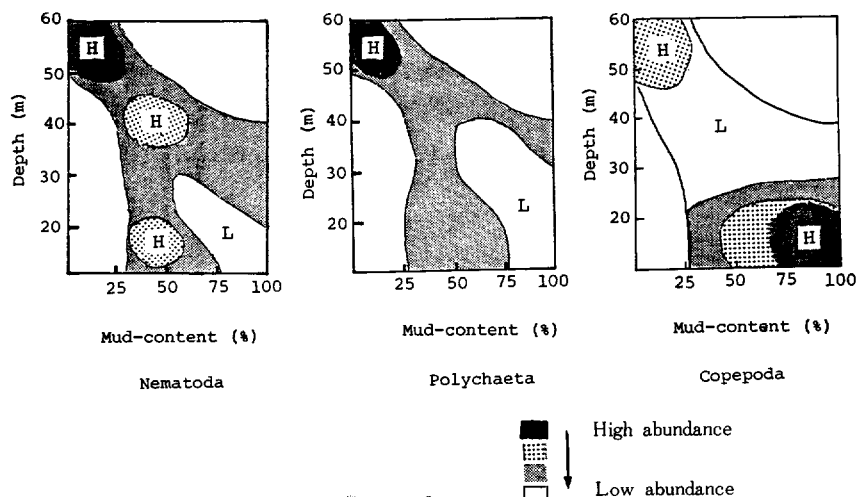


Fig. 20. Distribution of meiobenthos abundance by depth and mud-content.

ように水深10—20mでは線虫類は含泥率が高くなると出現個体数が少なくなった。多毛類は、線虫類と同じく含泥率が高くなると出現個体数が減少した。これに反して底生かい脚類は、含泥率が高くなると出現個体数の増加が認められた。このことから、水深が10—20mの海域ではメイオベントスの分布が含泥率によって影響を受けていることが明らかになった。

これらの結果に基づいて、メイオベントスの分布と水深及び含泥率との関係を Fig. 20 に示した。これによると、線虫類では出現個体数は水深よりもむしろ含泥率と関係の深いことが、多毛類では水深、含泥率の両方に関係の深いことが推察された。また底生かい脚類では特に関係は認められなかった。

3. 含泥率と底質との関係

ベントスの生息環境として、比較的重要と考えられる底質の化学的性状と底質の含泥率との関係を検討した。調査は、1982年7月及び1982年9月に周防灘全域の18点において、強熱減量(IL)、全炭素量(T-C)、全窒素量(T-N)及び含泥率を測定し、含泥率との関係を Fig. 21 に示した。これによると、強熱減量(IL)は含泥率75%付近までゆるやかに増加し、75%以上で急激に増加した。また、全炭素量(T-C)、全窒素量(T-N)のいずれも含泥率75%付近までゆるやかに増加し、75%以上で急激に増加していた。したがって周防灘における強熱減量(IL)、全炭素量(T-C)、全窒素量(T-N)は、いずれも含泥率と密接な関係を示していることが明らかになった。このことから、周防灘におけるこれら底質の化学的性状は、含泥率で代表させることができた。

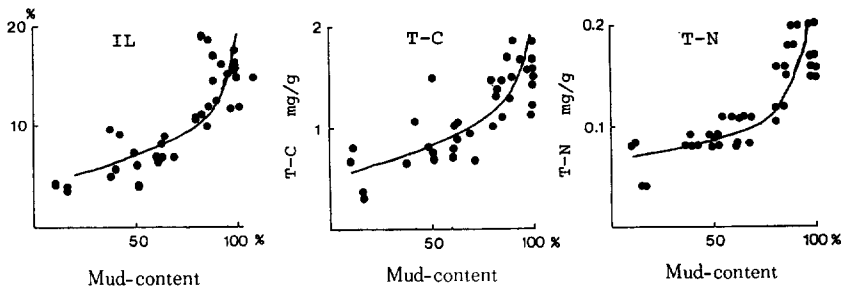


Fig. 21. Relation between mud-content and ignition-loss (IL), total-carbon (T-C), total-nitrogen (T-N)

4. 含泥率と線虫類食性タイプとの関係

底質の性状とメイオベントスの出現個体数分布に関しては、底質の含泥率と線虫類、多毛類、底生かい脚類の出現個体数について前述のように明らかになった。さらに、メイオベントスの中で最も出現個体数の多かった線虫類について、その食性タイプによる分布と含泥率との関係を検討した。調査は、1980年から1982年にかけて周防灘及び周防灘の二次湾である山口湾で行い、含泥率と食性タイプ別の出現個体数の割合を Fig. 22 に示した。なお、線虫類の食性タイプは、WIESER (1959) に従い線虫類の口器の形態から、選択性堆積物食性種(1-A)、非選択性堆積

物食性種（1-B）、表在性食性種（2-A）、捕食性及び雑食性食性種（2-B）の4タイプに区分した。これによると、周防灘、山口湾のいずれも含泥率が50%以上の海域では堆積物食種が出現個体数の80%以上を占めており、含泥率50%以下の海域では、堆積物食種の割合が50-70%に減少し、逆に表在性食種及び捕食性食種の割合が増加していることが明らかになった。

このような食性タイプによる分布と含泥率との関係について、JUARIO (1975), SHIRAYAMA (1984), 鬼頭 (1984) が指摘しているように、食性タイプの分布は底質のいくつかの要因が関連していると考えられるが、本調査海域でも、含泥率と線虫類の食性タイプとの間に深い関係のあることが認められた。

5. メイオベントスと溶存酸素量との関係

富栄養化が著しく進行した内湾や停滞域においては、夏季に水温の上昇に伴い成層が形成され、底質付近では貧酸素状況を呈し、このような環境に生息するベントスは貧酸素の影響を受けていると考えられるが、本調査海域の周防灘では、調査期間中に貧酸素海域が出現しなかった。

6. 小括

以上の結果から、メイオベントスの出現分布と水深、底質等との関係についてまとめると、水深との関係では、線虫類は夏季と冬季に水深30-40m及び20-30mで出現個体数が少なく、他の季節では水深が増すに従って、出現個体数も増加した。多毛類は、春季に30-40m、夏季、冬季に20-30mで出現個体数が少なかったが、他の季節では水深が増すに従って、出現個体数も増加した。底生かい脚類は、季節に関係なく30-40mで出現個体数が少なかった。

次に、底質として扱った含泥率との関係では、線虫類は、季節にかかわらず含泥率が高くなるに従って、出現個体数が減少した。多毛類は、春季を除き含泥率が高くなるに従って、出現個体数が減少した。底生かい脚類は、各季節とも含泥率50-75%で出現個体数が少なく75%以上で多かった。また、水深10-20mでは、線虫類と多毛類は含泥率が高くなるに従って、出現個体数が減少し、これに反して底生かい脚類では増加することが認められた。このことから、浅い沿岸域では、メイオベントスの出現個体数は水深より含泥率に強く影響されていることが明らかになっ

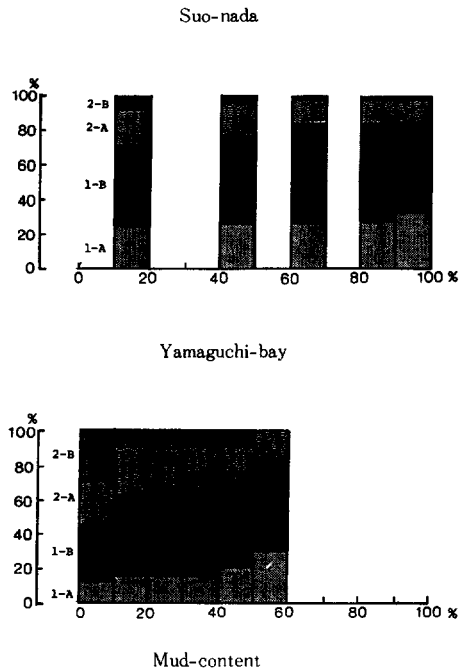


Fig. 22. Relations between mud-content and feeding-type of nematoda.

- 1-A, selective deposit feeders
- 1-B, non-selective deposit feeders
- 2-A, epigrowth feeders
- 2-B, predators/omnivores

た。なお、含泥率と線虫類の食性タイプによる分布とは深い関係を示した。溶存酸素量とメイオベントスの分布との関係については、今回周防灘では貧酸素水域の形成がなく、これによる影響は論じられなかった。

このように、メイオベントスの分布は、主として水深及び底質によって影響を受けており、特に含泥率によって代表される底質と密接な関連性のあることが明らかになった。

V メイオベントスと漁場環境との関係

1. メイオベントス各類の出現順位と底質及び海域区分

メイオベントス各類の出現分布は、水深、底質及び季節変化と密接な関係のあることを前章で明らかにした。ここでは、メイオベントスの線虫類、多毛類、底生かい脚類の3類について現存量の出現順位を用い、漁場としての特性を明らかにすることを目的として研究を行った。まず周防灘におけるメイオベントス3類のうち、各調査点で1位と2位の出現順位によってType分けを行いそのTypeの地点の出現割合別に季節別割合をTable 4に示した。これによると、出現順位によって、1. 多毛類—線虫類, 2. 多毛類—底生かい脚類, 3. 線虫類—多毛類, 4. 底生かい脚類—多毛類, 5. 底生かい脚類—線虫類, 6. 線虫類—底生かい脚類, の6型に区分出来る。これら6型の周年の出現割合は、多毛類—線虫類型が57.7%で最も多く、次いで多毛類—底生かい脚類型, 線虫類—多毛類型, 底生かい脚類—多毛類型, 底生かい脚類—線虫類型が2.8%で少なかった。なお線虫類—底生かい脚類型は出現しなかった。

Table 4. Seasonal change in percent frequency of various types of meiobenthos compisition.

Type	Mean (%)	Spring (%)	Summer (%)	Autumn (%)	Winter (%)
Polychaeta-Nematoda	57.7	52.9	52.9	64.7	64.7
Polychaeta-Copepoda	22.5	35.3	23.5	11.8	17.6
Nematoda-Polychaeta	9.9	5.9	5.9	17.6	11.8
Copepoda-Polychaeta	7.0	5.9	17.6	0	0
Copepoda-Nematoda	2.8	0	0	5.9	5.9
Nematoda-Copepoda	0	0	0	0	0

季節別には、春季は、多毛類—線虫類型が52.9%で最も出現割合が多く、多毛類—底生かい脚類型が次いで多く、線虫類—多毛類型, 底生かい脚類—多毛類型がそれぞれ5.9%と少なかった。夏季は、多毛類—底生かい脚類型が23.5%と減少し、逆に底生かい脚類—多毛類型が増加した。秋季は、多毛類—底生かい脚類型がさらに減少し、線虫類—多毛類型が増加した。冬季は、多毛類—底生かい脚類型が17.6%とやや増加し、線虫類—多毛類型が減少した。本調査海域の周防灘では、多毛類—線虫類型が周年に亘って最も多く、特に秋季、冬季に多かった。次いで多毛類—底生かい脚類型が多いが、秋季、冬季に減少した。一方、線虫類—多毛類型は春季、夏季に少なく、秋季、冬季に多かった。また、底生かい脚類—多毛類型は春季、夏季に、底生かい脚類—線

虫類型は秋季、冬季にわずかにみられた。このように、季節によって多少の変化はあるが、これらは、多毛類、線虫類が主体の多毛類—線虫類型、線虫類—多毛類型及び多毛類、底生かい脚類が主体の多毛類—底生かい脚類型、底生かい脚類—多毛・線虫類型の4型にまとめることができる。この4型別に、それぞれの型のみられた調査点及びその主要種の平均組成、平均現存量を Fig. 23 に示した。これによると、多毛類—線虫類のみられた調査点は、Fig. 7 の St. 1, 2, 3, 6, 7, 9 であり、また、主要種の平均組成は、線虫類では、*Sabatiera* 属34%、*Terschellingia* 属13%、*Desmodora* 属17%を占め、多毛類では *Prionospio cirrifera* 22%、*Cossura coasta* 24%、*Lumbrineris longifolia* 16%、底生かい脚類型では Harpacticoids が90%を占めた。線虫類—多毛類型のみられた調査点は、St. 4, 5, 8 であり、主要種の平均組成は、線虫類では、*Sabatiera* 属37%、*Terschellingia* 属18%、*Desmodora* 属15%を占め、多毛類では、*Prionospio cirrifera* 23%、*Cossura coasta* 25%、*Lumbrineris longifolia* 16%、底生かい脚類では Harpacticoids が93%を占めた。多毛類—底生かい脚類型のみられた調査点は、St. 10, 11, 14, 16 であり、主要種の平均組成は、線虫類では、*Sabatiera* 属44%、*Terschellingia* 属16%、*Desmodora* 属13%を占め、多毛類では *Prionospio cirrifera* 51%、*Cossura coasta* 5%、*Lumbrineris longifolia* 10%、底生かい脚類では Harpacticoids が88%を占めた。底生かい脚類—多毛・線虫類型のみられた調査点は、St. 12, 13, 15, 17 であり、主要種の平均組成は、線虫類では、*Sabatiera* 属38%、*Terschellingia* 属17%、*Desmodora* 属16%を占め、多毛類では *Prionospio cirrifera* 45%、

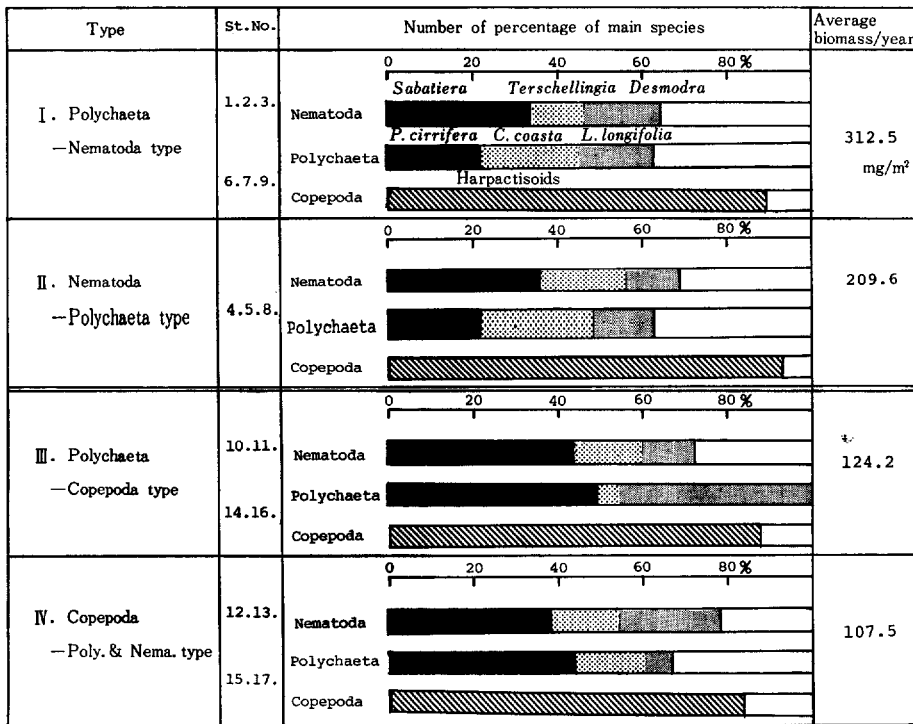


Fig. 23. Main species and biomass of four types of meiobenthos.

Cossura coasta 15%, *Lumbrineris longifolia* 6%, 底生かい脚類では Harpacticoids が86%を占めた。線虫類のうち最も多くみられる *Sabatiera* 属の線虫類全体に占める比率は多毛類—線虫類型と線虫類—多毛類型では約35%, 多毛類—底生かい脚類型と底生かい脚類—多毛・線虫類型では約40%であった。

多毛類のうち多く見られる *Prionospio cirrifera*, *Cossura coasta* および *Lumbrineris longifolia* の多毛類全体に占める比率は多毛類—線虫類型, 線虫類—多毛類型では, それぞれ約23%, 約25%および約16%であり, 多毛類—底生かい脚類型, 底生かい脚類—多毛・線虫類型ではそれぞれ約48%, 約10%, 約8%であった。

底生かい脚類は, 各型とも Harpacticoids が約90%で出現傾向は変らなかった。

このように, 多毛類—線虫類型, 線虫類—多毛類型, 多毛類—底生かい脚類型, 底生かい脚類—多毛・線虫類型の各型は, 線虫類, 多毛類の主要種の出現組成が異なっていた。また, 各型の

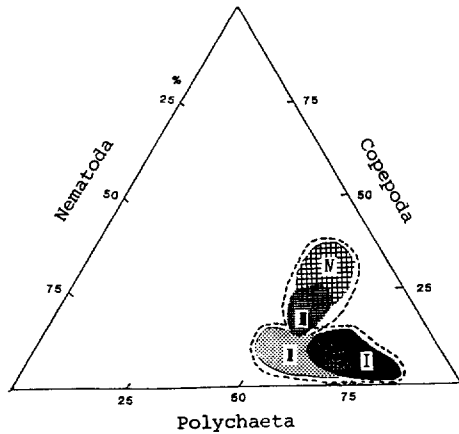


Fig. 24. Proportion of biomass of Nematoda, Polychaeta and Copepoda of meio-benthos in Suo-nada.

- I Polychaeta-Nematoda type
- II Nematoda-Polychaeta type
- III Polychaeta-Copepoda type
- IV Copepoda-Poly. & Nematoda type

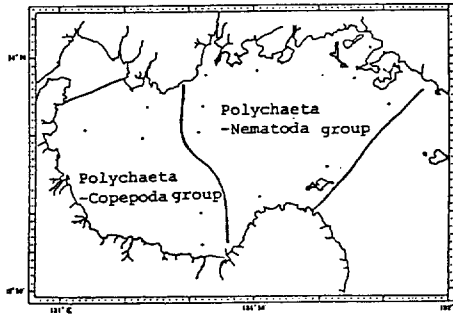


Fig. 25. Subdivision of Suo-nada defined by two groups.

年平均現存量は, 1 m²当り多毛類—線虫類型が 312.5mg, 線虫類—多毛類型が209.6mg, 多毛類—底生かい脚類型が 124.2mg, 底生かい脚類—多毛・線虫類型が 101.4mg と各型で明らかな差が認められた。多毛類—線虫類型を I 型, 線虫類—多毛類型を II 型, 多毛類—底生かい脚類型を III 型, 底生かい脚類—多毛・線虫類型を IV 型とする。

次に, 各型のみられた調査点について, メイオベントスの現存量に対する線虫類, 多毛類, 底生かい脚類の出現割合を Fig. 24 の三角図表に示した。これによると, I—IV の 4 型は, I, II, 型が多毛類50—80%, 線虫類15—35%, 底生かい脚類0—15%の同じグループとしてまとめることができた。また, III, IV 型は多毛類50—60%, 線虫類8—30%, 底生かい脚類15—35%の同じグループに類別することができた。すなわち, I, II 型は多毛類—線虫類型グループ, III, IV 型は多毛類—底生かい脚類型グループである。これら2つのグループのみられる海域は, Fig. 25 に示すように, 周防灘東部の国東半島から周防灘北部の宇部を結ぶ線より東側の海域が多毛類—線虫類型海域であり, この西側は多毛類—底生かい脚類海域となっている。この両海域の水深, 底質を比べると, 多毛類—線虫類

型海域では、水深が灘北部の沿岸域から灘東部の50m以上と水深幅が大きい。また底質は、含泥率の低い砂泥域が中心で粗く、強熱減量、全炭素量、全窒素量とも低い海域であった。

一方、多毛類一底生かい脚型海域は水深が25m以浅と浅く、底質は含泥率の高い泥底域が中心で、強熱減量、全炭素量、全窒素量とも高い海域であった。

2. 底魚漁場

周防灘における底魚類の漁場は、Fig. 26 に示すように、灘西部の福岡県側漁場は水深が浅く10—15mで、大分県、山口県側で10—20m、灘東部の山口県側、大分県国東半島沖合で40—50mと深くなっている。また、周防灘の水深別の海域面積は、10—20m以浅が全体の60%近くを占めており、灘西部が浅く、灘東部から灘中央部にかけて深くなっている。

底質は、灘東部から灘北部にかけ含泥率の低い砂泥底であり、一部姫島周辺では礫底である。また、灘西部から灘中央部は含泥率の高い泥底が広がっている。

底層での流れは、灘東部から灘中央部の深みに沿って流れが速く、灘西部の浅い海域では流れはゆるやかである。

次に、周防灘における小型底びき網による底魚類の漁業実態は、水産庁瀬戸内海漁業資源調査資料に基づいて検討を加え、小型底びき網漁場を Fig. 27 に示した。周防灘の小型底びき網漁業は、張竹漁業と桁網漁業が主であり、いずれも周防灘全域で操業しており、その漁期は張竹漁業が周年、桁網漁業が11月から4月に操業を行っている。また、周防灘における底魚類漁獲量は、5'メッシュの漁場区画別に1978—1983年の5年間の単位面積 (km²) 当り漁獲量 (kg) を Fig. 28 に示した。これによると、周防灘における底魚類は、灘全域で漁獲されているが、一般に灘東部に多く、灘西部に少ない。特に灘東部の水深30—40mの砂泥底海域に1 km² 当り



Fig. 26. Depth and bottom sediments in Suo-nada.

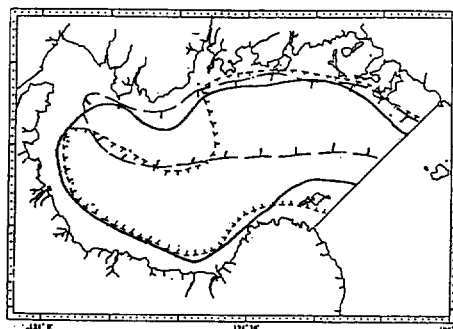


Fig. 27. Map showing the fishery ground of small-type trawl in Suo-nada.

— Haritake - - - Ishiketa
 ▲▲ Kaiketa

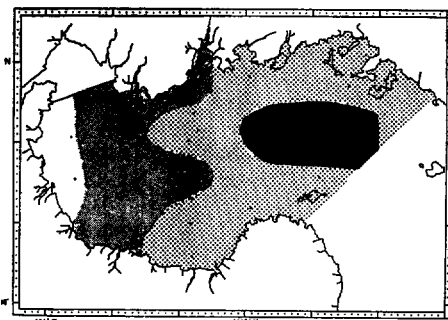


Fig. 28. Annual mean catch of demersal fish obtained by small-type trawl.

1,000kg以上と漁獲が多く、灘西部の水深10m以浅の泥底海域では少ない。

3. メイオベントスと漁場との関係

前節で述べた底魚漁場とメイオベントスの分布との関係について生態的に底質及びベントスと関係の深い異体類のうち、周防灘で漁獲の多いウシノシタ類、メイタガレイ及びマコガレイを選んで検討を行った。

まず、ウシノシタ類について、その季節別漁獲量分布とメイオベントスによる海域区分を Fig. 29 に示した。これによると、ウシノシタ類は周年を通じて、周防灘全域で漁獲されているが、主として周防灘東部の多毛類一線虫類型海域で漁獲されており、特に秋季から冬季にかけて 1 km² 当たり100kg以上の漁獲を揚げている。一方、周防灘西部の多毛類一底生かい脚類型の海域では、いずれの季節も 1 km² 当たり20kg以下と少ない。

さらに両海域でのメイオベントス現存量とウシノシタ類の漁獲量との関係を Fig. 30 に示した。これによると、周防灘東部の多毛類一線虫類型海域で漁獲量の最も多い秋季にメイオベントス現存量が 1 m² 当たり367.8mgと最も大きく、ウシノシタ類の漁獲量も 1 km² 当たり217kgと多い。夏季は、メイオベントス現存量が11mgと最も小さく、漁獲量も23.5kgと少ない。また周防灘西部の多毛類一底生かい脚類型海域で漁獲量の少ない秋季にメイオベントス現存量が149.4mg、夏季に39.8mgであり、漁獲量はそれぞれ16.1kg、9.2kgであった。

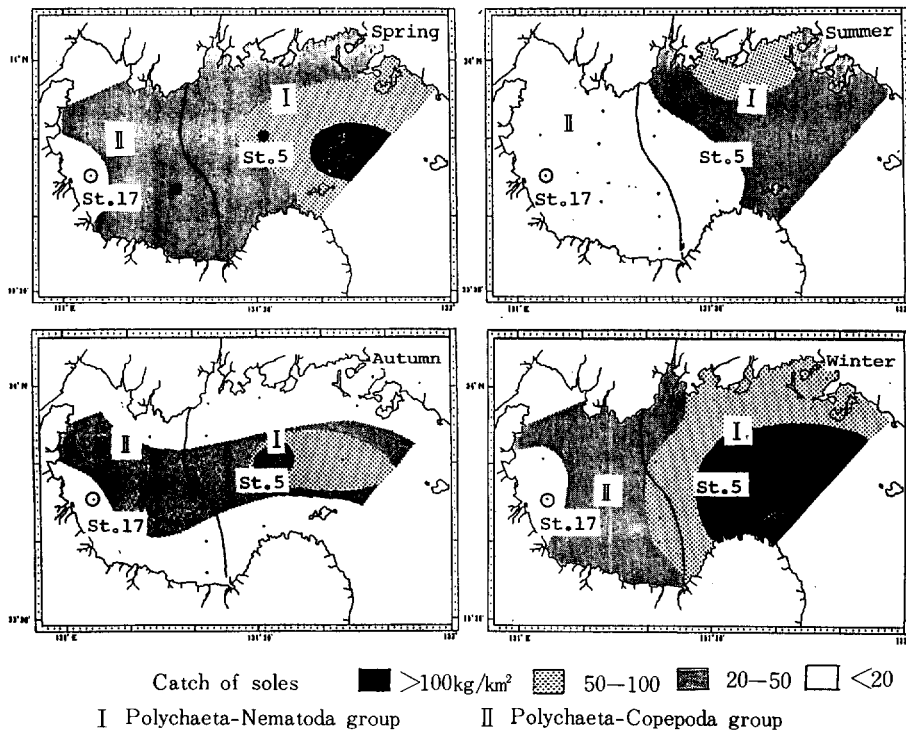


Fig. 29. Catch of soles with reference to meiobentos composition.

これらのことから、多毛類一線虫類型海域では、メイオベントス現存量とウシノシタ類の漁獲量との間には、現存量が大きくなると漁獲量も多くなる関係が認められたが、多毛類一底生かい脚類型海域では、多毛類一線虫類型海域ほど明瞭な関係は認められなかった。

次に、メタガレイについて、その季節別漁獲量分布とメイオベントスによる海域区分を Fig. 31 に示した。これによると、メタガレイは周年を通じて、多毛類一線虫類型海域で漁獲されているが、多毛類一底生かい脚類型海域では漁獲がほとんどない。また、秋季から冬季にかけて多毛類一線虫類型海域で 1 km² 当り 10 kg以上の漁獲を揚げている。

さらに、両海域でのメイオベントスの現存量

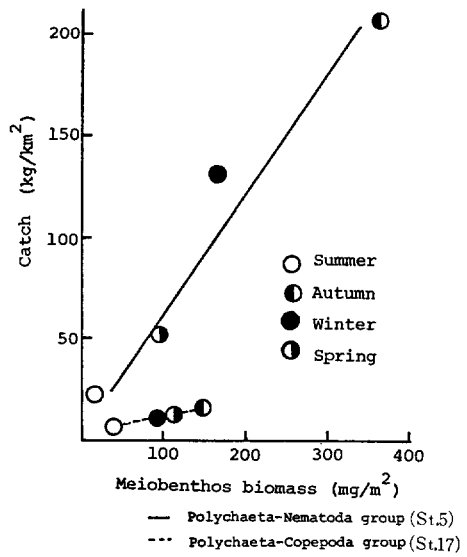


Fig. 30. Relation between the catch of soles and biomass of meiobenthos for two different areas groups.

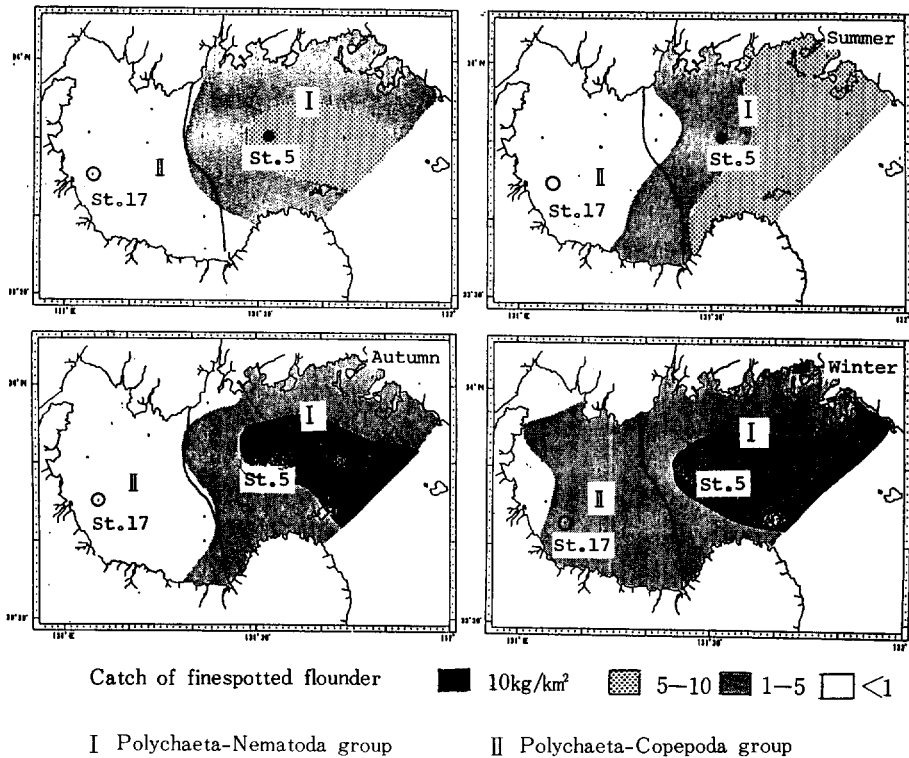


Fig. 31. Catch of finespotted flounder, *Pleuronichtys cornutus*, with reference to meiobenthos composition.

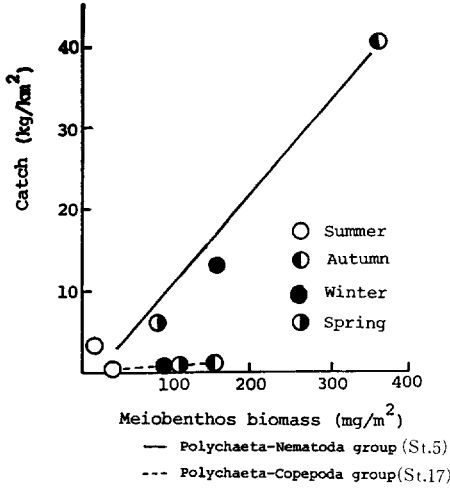


Fig. 32. Relation between the catch of finespotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*, and biomass of meiobenthos for two different areas groups.

とメイタガレイの漁獲量との関係を Fig. 32 に示した。これによると、周防灘東部の多毛類一線虫類型海域では、現存量の大きい秋季にメイタガレイの漁獲量も 1 km² 当り 41.7kg と多い。現存量の最も小さい夏季は、漁獲量も 3.8kg と少ない。また、周防灘西部の多毛類一底生かい脚類型海域では、各季節とも漁獲量が 0.5kg 以下と少ない。

これらのことから、多毛類一線虫類型海域では、メイオベントス現存量の大きい秋季、冬季にメイタガレイの漁獲量も多く、現存量の小さい夏季、春季に漁獲量が少なくなることが明らかになった。一方、多毛類一底生かい脚類型海域では、メイオベントスの現存量とメイタガレイの漁獲量との関係はみられなかった。

また、マコガレイについて、その季節別漁獲量分布とメイオベントスによる海域区分を Fig. 33

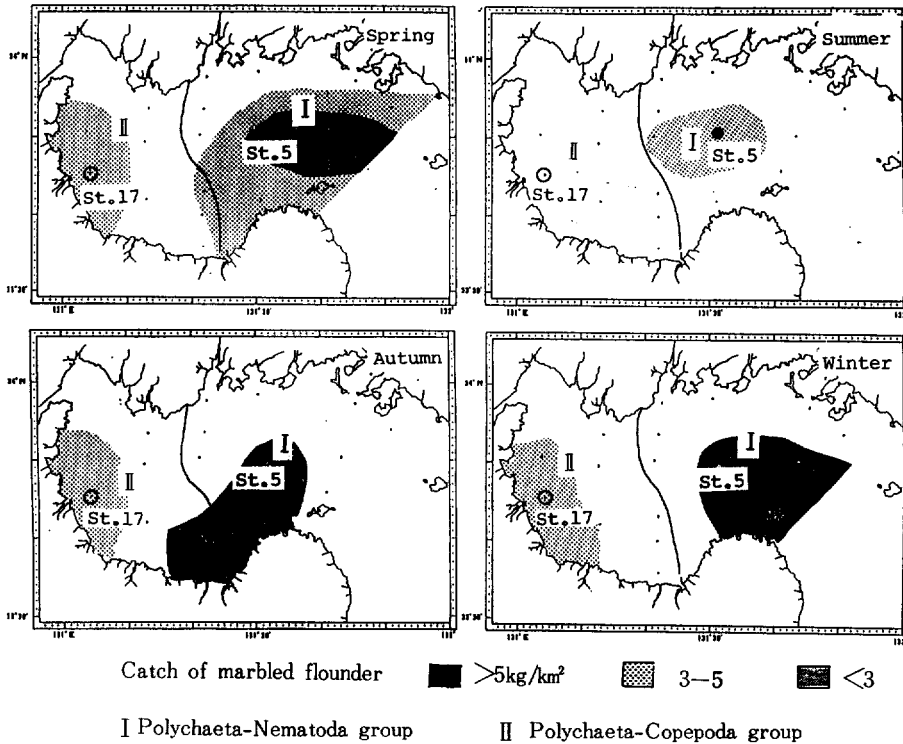


Fig. 33. Catch of marbled flounder, *Limanda yokohamae*, with reference to meiobenthos composition.

に示した。これによるとマコガレイは、春季と冬季に周防灘東部の多毛類一線虫類型海域及び周防灘西部の多毛類一底生かい脚類型海域で 1 km² 当り 3—5 kg の漁獲があり、夏季は、灘中央部の多毛類一線虫類型海域で 2 kg の漁獲があり、秋季は灘中央部の多毛類一線虫類型海域及び灘西部の多毛類一底生かい脚類型海域で 3—5 kg の漁獲を揚げている。このようにマコガレイは、夏季を除き、多毛類一線虫類型海域と多毛類一底生かい脚類型海域の両海域で漁獲されているが、漁獲量は多毛類一線虫類型海域に多い。

さらに、両海域でのメイオベントス現存量とマコガレイの漁獲量との関係を Fig. 34 に示した。これによると、多毛類一線虫類型海域では、現存量の大きい秋季に 1 km² 当り 9.8 kg と多く、現存量の小さい夏季に 2.4 kg と少ない。また、多毛類一底生かい脚類型海域では、春季、秋季、冬季に 3.0—4.2 kg の漁獲があり、夏季は 0.6 kg と少ない。

これらのことから、多毛類一線虫類型海域では、メイオベントス現存量とマコガレイの漁獲量との間には、前述のウシノシタ類、メイタガレイなどに比べると明瞭ではないが、現存量が大きくなると漁獲量も多くなることが認められた。一方、多毛類一底生かい脚類型海域ではこれらの関係は認められなかった。以上のことから、

メイオベントスによる海域区分と異体類の漁場形成との関係では、多毛類一線虫類型のメイオベントス群集海域は、ウシノシタ類、メイタガレイ、マコガレイのいずれも多毛類一底生かい脚類型の群集海域に比して漁獲量が多く、メイオベントス現存量と漁獲量との間に正の相関を示すことが明らかになった。これに対し、多毛類一底生かい脚類型はメイオベントス現存量と漁獲量との関係は認められなかった。

以上の結果を要約すると、多毛類一線虫類型海域では、多毛類は比較的粗い底質に多いとされる *Cossura coasta* と *Lumbrineris longifolia* が多く出現し、有機汚染の進んだ泥底に多いとされる *Prionospio cirrifera* が少なかった。また、線虫類では、*Sabatiera* 属と含泥率の低い底質に多い *Desmodra* 属の出現が多い。このことは、これらの海域が比較的底質が粗く有機汚染の少ない海域であることを示している。

一方、多毛類一底生かい脚類型海域は、多毛類は *Prionospio cirrifera* が、線虫類では含泥率の高い底質に多く、堆積物食性の *Terschellingia* 属が多く出現していることから、この海域は底質の含泥率が高く有機汚染の進んだ海域といえる。

また、周防灘における小型底びき網漁業の漁獲量は、周防灘東部海域に多く、周防灘西部海域に少なく、これら漁場別漁獲量とメイオベントスの現存量との間には密接な関係が認められ、灘

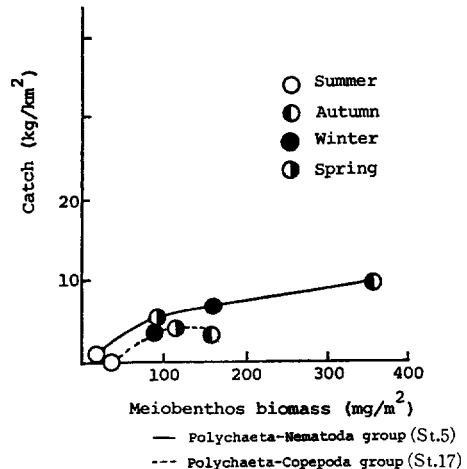


Fig. 34. Relation between the catch of marbled flounder, *Limanda yokohamae*, and biomass of meiobenthos for two different areas groups.

東部の多毛類—線虫類型海域は、灘西部の多毛類—底生かい脚類型海域に比して漁獲量の多いことが明らかになった。

さらに、これらメイオベントス群集の異なる両海域において、底魚の異体類のウシノシタ類、メイタガレイ、マコガレイの漁獲量は、メイオベントスの多毛類—線虫類型群集の海域に多く、多毛類—底生かい脚類型群集の海域に少ないことを認めた。さらに、メイオベントス現存量とこれら異体類の漁獲量との間にも密接な関係が認められた。

以上総合すると、周防灘におけるメイオベントスは線虫類、多毛類、底生かい脚類型の3類に類別し、これら3類の現存量、水深、底質との間に密接な関係があり、いずれも秋季に多く、夏季に少ないことを認め、とくにメイオベントスが含泥率のような底質を指標することを明らかにした。さらに、これら3類の群集構成を解析し、メイオベントスの線虫類、多毛類、底生かい脚類の出現順位から求めた多毛類—線虫類型海域は、周防灘における底魚類の好漁場であるとともに、その現存量の変動が底魚類とくに異体類の漁獲量の変動とよく対応し、また、多毛類—線虫類型群集の海域が現存量も多く、底魚類のうち異体類の漁獲量とも正の相関があり、メイオベントス群集が底魚漁業生産を指標することを明らかにした。

VI 要 約

沿岸浅海域におけるメイオベントスは、最近になって底魚類や他の水産動物の餌として、また、底質環境の指標生物として注目され始めている。このようなメイオベントスを水産的な見地から、底質や底魚漁場での特性を見出すために、メイオベントスの分布及び底魚類の漁獲量との関係を海域別、魚種別に検討した。その研究結果を要約すると次のとおりである。

1. 周防灘におけるメイオベントスは、平均個体数が $10 \times 10 \text{cm}^2$ 当り約800個体で、主として線虫類、多毛類、底生かい脚類によって構成されていた。これらメイオベントスの分布は、海底の表層近くに多く、また、泥底に比して砂泥底により深く分布しており、底土表面から5 cmの深さで出現個体数の80—90%を占めていた。
2. メイオベントスの出現分布は、季節的には秋季に出現個体数が多く、夏季に少ない。また海域的には、周防灘の東部から北部に多く、中央部、南部、西部に少ない。
メイオベントス主要種の出現割合では、線虫類は *Sabatiera* 属が全域に、*Desmodora* 属が東部に、*Terschellingia* 属が中央部から西部に優占している。多毛類は、*Prionospio cirrifera* が中央部から西部に、*Cossura coasta*, *Lumbrineris longifolia* が北部から東部に優占している。底生かい脚類は *Harpacticoids* が全域に優占していた。
3. メイオベントスの出現分布と水深との関係は、線虫類では夏季と冬季に水深20—40m域で少ないが、他の季節では水深の増加に伴って多くなる。多毛類では、水深30—40m以深に出現個体数が多い。底生かい脚類では、水深30—40m域で少なく、その上下の水深域で多い。

メイオベントスの出現分布と含泥率との関係は、線虫類ではどの季節においても、含泥率が

高くなるに従って出現個体数が少なくなる。多毛類は春季を除き、含泥率が高くなるに従って少なくなる。底生かい脚類は各季節とも含泥率50—75%で少なく、75%以上で多い。

4. メイオベントス3類の現存量出現順位から周防灘のメイオベントス相は、多毛類—線虫類型、線虫類—多毛類型、多毛類—底生かい脚類型、底生かい脚類—多毛・線虫類型の4型に区分することができる。この4型は、さらに主要出現種の平均組成と平均現存量から多毛類—線虫類型グループと多毛類—底生かい脚類型グループの2つに類型化することができる。

多毛類—線虫類型の海域は、周防灘の東側の底質の粗い砂泥底域に、多毛類—底生かい脚類型の海域は、西側の水深が浅く、底質の細かい泥底域に位置している。

また、多毛類—線虫類型海域における主な主要種は、多毛類では *Cossura coasta*, *Lumbrineris lomgifolia* が、線虫類では *Sabatiera* 属、*Desmodora* 属が優占している。一方、多毛類—底生かい脚類型海域では、多毛類は *Prionospio cirrifera* が、線虫類は *Sabatiera* 属、*Terschellingia* 属が優占している。

多毛類—線虫類型海域の平均現存量は、1 m²当り約280mgと多く、多毛類—底生かい脚類型海域では約120mgと少ない。

5. 周防灘における小型底びき網漁業は、周防灘全域を一樣に利用しているが、底魚類の主な漁場の形成は、多毛類—線虫類型海域に多く、多毛類—底生かい脚類型海域に少ない。また底魚のうち異体類のウシノシタ類、メイタガレイ、マコガレイの漁獲量は、多毛類—線虫類型海域で多く、多毛類—底生かい脚類型海域で少ない。さらに多毛類—線虫類型海域ではメイオベントス現存量と漁獲量とがよく対応し、特にウシノシタ類、メイタガレイでは顕著である。これに反し、多毛類—底生かい脚類型海域では現存量と漁獲量との間に関連が認められない。これらのことから、メイオベントス3類の現存量出現順位による海域区分及び現存量は、ウシノシタ類、メイタガレイ、マコガレイなどの異体類の漁場と漁獲量に密接な関係のあることが明らかになった。

参 考 文 献

- BELL, S. S., 1979: Short and long term variation in a high marsh meiofauna community. *Estuarine. Coast. Mar. Sci.*, 9: 331-350.
- COULL, B. C., 1970: Shallow water meiobenthos of the Bermuda platform. *Oecologia*, 4: 325-357.
- COULL, B. C., G. R. F. HICKS and J. B. J. WELLS, 1981: Nematode / copepod ratios for monitoring pollution: A rebuttal. *Mar. Pollut. Bull.*, 12: 378-381.
- DYE, A. H., 1981: A study of benthic oxygen consumption on exposed sandy beaches. *Estur. Coast Shast Shelf Sci.*, 13: 671-680.
- GRAY, J. S., 1971: Sample size and sample frequency in relation to the quantitative sampling of sand meiofauna. In N. C. Hulings, ed. *Proceedings of the first international conference on meiofauna*. *Smithson. Contr. Zool.*, No. 76: 191-197.
- HULINGS, N. C. and J. S. GRAY, 1971: A manual for the study of meiofauna. *Smithson. Contr. Zool.*, No. 78: 1-83.

- ITO, T., 1978: Meiobenthos of a shallow-water sandy bottom in Isikari Bay, Hokkaido: A general account. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VI, Zool., 21: 287-294.
- JUARIO, J. V., 1975: Nematoda species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight. Veroff. Inst. Meeresforsch Bremerh., 15: 283-337.
- KIKUCHI, T., 1966: An ecological study on animal community of *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 1: 1-106.
- 北森良之介, 1963: 瀬戸内海とその近接水域の沿岸における底生動物群集の漁場学的研究. 内海区水研報告, 21: 1-90.
- KITO, K., 1975: Preliminary report on the phytal animals in the *Sargassum confusum* region in Oshoro Bay, Hokkaido. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool., 20: 141-158.
- KITO, K., 1976: Studies on the free-living marine nematodes from Hokkaido, I. Ibid 20: 568-578.
- KITO, K., 1977: Studies on the free-living marine nematodes from Hokkaido, II. Proc. Jap. Soc. Syst. Zool., 13: 17-23.
- KITO, K., 1978: Studies on the free-living marine nematodes from Hokkaido, III. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool., 21, 248-261.
- KITO, K., 1981: Studies on the free-living marine nematodes from Hokkaido, IV. Ibid, 22: 250-278.
- 鬼頭研二, 1984: 海産自由生活性線虫類の食性型と群集解析. 日本ベントス研究会誌, 26: 23-30.
- MARE, M. F., 1942: A study of a marine benthic community, with special reference to the micro-organisms. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 25: 517-574.
- 正木康昭, 伊東弘, 1984: 瀬戸内海西部海域におけるメイタガレイの系統群. 南西水研報告, 16: 11-51.
- McINTYRE, A. D., 1964: Meiobenthos of sublittoral muds. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 44: 665-674.
- McINTYRE, A. D., 1969: The ecology of marine meiobenthos. Biol. Rev., 44: 245-290.
- McINTYRE, A. D., 1971: Observations on the status of subtidal meiofauna research. In N. C. Hulings, ed. ed. Proceedings of the First International Conference on Meiofauna. Smithsonian. Contr. Zool. No. 76: 149-154.
- McINTYRE, A. D. and D. J. MURISON, 1973: The meiofauna of a flatfish nursery ground. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 53: 93-118.
- 宮地伝三郎, 1938: 大阪湾の底棲群集の定量的研究 第1報. 海と空, 18: 172-184.
- 宮地伝三郎, 1940a: 大阪湾の底棲群集の定量的研究 第2報. 日本学術協会報告, 15: 332-334.
- 宮地伝三郎, 1940b: Marine benthic communities of the Osaka-Wan. J. Oceanogr., 12(2): 1-15.
- MUKAI, H., 1971: The phytal animals on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuation. Mar. Biol., 8: 170-182.
- 村上彰男編, 1976: 瀬戸内海の海域生態と漁場. フジテクノシステム.
- RAFFAELLI, D., 1981: Monitoring with meiofauna, A reply to Coull, Hicks and Wells (1981) and additional data. Mar. Pollut. Bull., 12: 381-382.
- RAFFAELLI, D. and C. F. MASON, 1981: Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. Mar. Pollut. Bull., 12: 158-163.
- REISH, D. J., 1959: A discussion of the importance of the screen size in washing quantitative marine bottom samples. Ecology, 40(20): 307-309.
- SHIRAYAMA, Y., 1984a: The abundance of deep sea meiobenthos in the Western Pacific in relation to environmental factors. Oceanol. Acta. 7(1): 113-121.
- SHIRAYAMA, Y., 1984b: Vertical distribution of meiobenthos in the sediment profile in bathyal, abyssal and hadal deep sea systems of the Western Pacific. Ibid, 7(1): 123-129.
- SHIRAYAMA, Y. and M. HORIKOSHI, 1982: Vertical distribution of smaller macrobenthos and larger meiobenthos in the sediment profile in the deep-sea system of Suruga Bay (Central Japan). J. Oceanogr. Soc. Japan, 38: 273-280.

- SUDZUKI, M., 1976: Microscopical marine animals scarcely known from Japan I, Micro-and meiofauna around Kasado Island in the Seto Inland Sea of Japan. *Prec. Jap. Soc. Syst. Zool.*, 12: 5-12.
- TEAL, J. M., 1962: Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology*, 43: 614-624.
- TIETJEN, J. H., 1969: The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. *Oecologia*, 2: 251-291.
- TOKIOKA, T., 1949: Record of a Chaetosoma specimen found near Seto. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 1: 69-70.
- WARWICK, R. M., 1971: Nematode associations in the Exe estuary. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51: 439-454.
- WARWICK, R. M., 1981: The nematoda / copepod ratio and its use in pollution ecology. *Mar. Pollut. Bull.*, 12: 329-333.
- WARWICK, R. M. and J. B. BUCHAMAN, 1970: The meiofauna off the Northumberland. I. The structure of the nematode population. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 50: 129-146.
- WITTE, J. J. and J. J. ZIJLSTRA, 1984: The meiofauna of a tidal flat in the western part of the Wadden Sea and its role in the benthic ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 14: 129-138.
- WIESER, W., 1955: A collection of marine nematodes from Japan. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 4: 159-181.
- WIESER, W., 1959: Free-living marine nematodes. IV, General part. *Acta Univ. Lund (N.F. 2)*, 55: 1-111.
- WIESER, W., 1960: Benthic studies in Buzzards Bay. II, The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 121-137.
- WIESER, W. and J. W. KANWISHER, 1961: Ecological and physiological studies on marine nematodes from a small salt marsh near Woods Holl, Massachusetts. *Limnol. Oceanogr.*, 6: 262-270.
- 山口県, 福岡県, 大分県, 1974: 西瀬戸地域漁業調査報告書, 1-164.
- 山西良平, 1979: かきまぜ法によるメイオベントス抽出の効率. *ベントス研連誌*, 17/18: 52-58.
- YOSHIMURA, K., 1980: Free-living marine nematodes from Kii Peninsula, I. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 25-49.
- YOSHIMURA, K., 1982: Free-living marine nematodes from Kii Peninsula, II. *Ibid.*, 27: 133-142.