

大阪湾中部沿岸域におけるマコガレイ稚魚の分布 および食性について

有山啓之

Distribution and food habit of juvenile marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the middle coast of Osaka Bay

Hiroyuki Ariyama

Abstract

To examine distribution and food habit of juvenile marbled sole *Pleuronectes yokohamae*, various investigations in the middle coast of Osaka Bay were carried out in April and May, 1996 and March, 1997. As a result of diving observation, many juvenile soles (mainly marbled sole) were distributed at a density of 0.33–2.51/m², and the observed area was indicated to be a nursery ground. The food habit of the juvenile marbled sole was estimated as follows: juveniles less than 30mm in total length eat mainly harpacticoids and calanoids, juveniles eat also many polychaetes if amount of small crustaceans is a little; growing to more than 30mm, they eat cumaceans and gammarids, and since about 60mm the food is changed to polychaetes. The distribution of juveniles was not significantly related to the benthos amount and the bottom sediment.

はじめに

マコガレイ *Pleuronectes yokohamae* は大阪湾における重要な底魚資源で、小型底曳網や刺網で多く漁獲される。大阪湾での本種の生態や漁獲実態につい

ては辻野ら¹⁾によって、貧酸素耐性については矢持ら²⁾によって、また、湾奥部の幼魚の動態については有山・佐野³⁾によって明らかにされた。しかし、着底稚魚の生態についてはあまり調べられておらず、現在進められている堺市沿岸域でのソリネット調査^{4, 5)}を除けば、カバーネット付き石桁網による分布調査¹⁾が行われたに過ぎない。この調査では、4月に全長15~44mmの稚魚が湾北部域に多く湾中南部域には少ない¹⁾という結果が得られたが、1986年3月12日に泉南市樽井地先の砂浜で⁶⁾、1994年3月28日に貝塚市阪南6区埋立地前の泥底で(有山, 未発表)、多数のマコガレイ稚魚が観察されていることから、中部沿岸域も幼稚仔保育場になっている可能性が高い。そこで、この海域においてマコガレイ着底稚魚の分布や食性に関する調査を行ったので報告する。

材料と方法

調査は1996年4月下旬、5月下旬、1997年3月上旬および3月下旬に延べ4回実施した。調査定点(Fig.1)は田尻町~泉南市樽井地先の6点で、埋め立てしたりんくろタウン前の水深5.5~7.5mの海域である。定点の位置は、St.Aは消波ブロック前、St.Bは人工砂浜沖、Sts.C, E, Fはマーブルビーチ沖、St.Dは岡田浦漁港沖で、St.Fは1995年11月

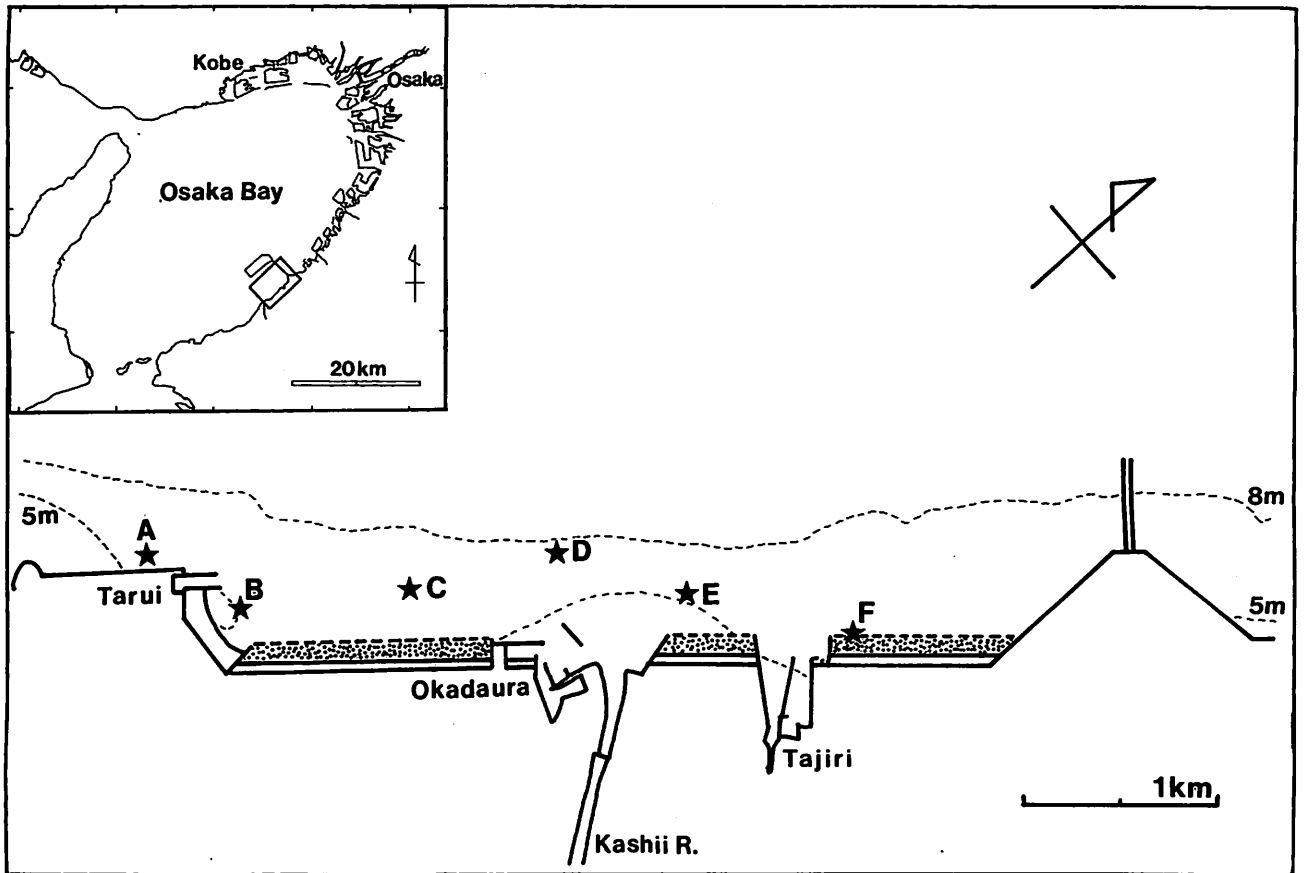


Fig. 1 Map showing the investigation stations for juvenile marbled sole
Stars show the investigation stations. Dotted areas are artificial beaches
made from marble pebbles.

～1996年3月に大阪府水産課が大規模漁場保全事業で覆砂した場所となっている。なお、St. DとSt. Eの間には榎井川が注いでいる。調査年月日および調査項目をTable 1に示した。調査項目は以下に示す5種類である。

1. 潜水観察

各定点で船上から50mラインを投入し海底にほぼ

海岸線と平行に設置後、2名のダイバーがSCUBA潜水して、ライン沿いの両側それぞれ0.5m幅について(合計50m²)、魚類の種、個体数と全長を観察し記録した。同時に棒状温度計を用いて底層水温も測定した。

2. 胃内容物調査

潜水観察後、各定点付近で、抄い網等によりカレ

Table 1 Dates and examined items of research for juvenile marbled sole

Examined item	Date	1996		1997	
		April 23-25	May 21-24	March 3-4	March 24-25
Diving observation		○	○	○	○
Stomach contents		○	○	○	○
Macrobenthos		○	○	○	○
Meiobenthos		-	-	○	○
Bottom sediment		○	-	-	-

*○: carried out, -: not carried out.

イ類稚魚を10尾前後採集し、現地でホルマリン固定した。これらを実験室に持ち帰り、全長と湿重量を計測後、胃内容物を調べた。胃内容物ではできる限り種まで同定し、種ごとの個体数と湿重量を測定した。胃内容物の湿重量は、可能な限り濾紙上で水分を除去後、電磁式はかり（研精工業(株)製FX-40）を用いて0.1mgまで測定し、微細消化不明物の湿重量は胃内容物総重量から測定可能分重量を除いた値とした。なお、比較のために、他の調査で3月に大阪府沿岸で採集されたマコガレイ稚魚120尾（Table 2）についても、同様に胃内容物を調べた。

3. マクロベントス調査

各定点で小型スミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積0.05m²）を用いて採泥し、0.5mm目ふるいでふるいホルマリン固定した。採集したマクロベントスの内1mm目ふるい上に残ったものは種ごとの個体数と湿重量を、1mm目ふるいを通過し0.5mm目ふるいに残ったものは種ごとの個体数と分類群別湿重量を調べた。

4. メイオベントス調査

各定点でSCUBA潜水し、断面積50cm²の円筒を用いて深さ3cmまでの砂泥を採取した。メイオベン

トスはかきまぜ法⁷⁾により砂泥から抽出し、0.5mm目ふるいを通過しNXX13ネット（網目100 μ m）に残った生物について種または分類群ごとの個体数を計数した。なお、この調査は1997年3月分の2回のみ実施した。

5. 底質調査

1996年4月下旬に各定点でSCUBA潜水によって採泥し、ふるい法で粒度組成を調べた。

結 果

1. カレイ類稚魚の密度

各定点におけるカレイ類稚魚の密度および底層水温をTable 3に示した。いずれの調査時においてもカレイ類稚魚が多数出現した。密度は4月下旬には平均2.51尾/m²と高かったが、5月下旬には平均0.55尾/m²に低下した。一方、3月では上旬・下旬とも平均0.33~0.37尾/m²と低密度であった。定点別では、4月下旬と5月下旬にはSt. Eで最も多かったが、3月上旬はSt. A、3月下旬はSt. Dが最大であった。

カレイ類稚魚の種についてはマコガレイが主体であったが、イシガレイ*Kareius bicoloratus*も含まれ

Table 2 Subsamples of juvenile marbled sole for investigation of stomach contents

Number of soles	Range of total length(mm)	Sampling date	Sampling site	Depth (m)	Bottom sediment	Collector
6	9.8-13.2	March 12, 1986	Tarui in Sennan	2	sandy mud	Ariyama ⁶⁾
3	13.1-14.2	March 13, 1986	Tanigawa in Misaki	3	sandy mud	Ariyama
40	10.1-26.5	March 13, 2000	coastal area in Sakai	2-9	mud	Omi <i>et al.</i> ⁴⁾
71	9.0-21.7	March 22, 2001	coastal area in Sakai	2-9	mud	Omi <i>et al.</i> ⁵⁾

Table 3 Density of juvenile soles and water temperature of bottom layer

Month	Density of juvenile soles (/m ²)*							Water temperature (°C)
	St.A	St.B	St.C	St.D	St.E	St.F	Average	Range (Average)
Late April	1.70	2.62	2.78	1.46	3.80	2.68	2.51	11.9-12.4(12.2)
Late May	0.72	0.40	0.56	0.40	0.84	0.40	0.55	15.0-15.3(15.1)
Early March	0.78	0.24	0.30	0.16	0.06	0.44	0.33	9.1- 9.8(9.4)
Late March	0.40	0.20	0.38	0.58	0.40	0.28	0.37	10.1-11.3(10.6)

*Frog flounder and 1-aged marbled sole are excluded.

ていた。それ以外のカレイ類では、全長5~20cmのメイタガレイ *Pleuronichthys cornutus* が4月下旬に4尾、5月下旬に3尾、全長12~15cmのマコガレイ1歳魚が4月下旬に2尾、5月下旬に8尾観察された。また、カレイ類以外の魚種の大部分は小型ハゼ類（ヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen*, スジハゼ *Acentrogobius pflaumi* 等）で、カレイ類稚魚の捕食者と考えられる大型の魚食性魚類は観察されなかった。

2. 採集されたマコガレイ稚魚の全長組成

4月下旬、5月下旬、3月上旬、3月下旬に、それぞれ65尾、56尾、73尾、73尾、合計267尾のカレイ類稚魚を採集した。この内マコガレイは264尾（98.9%）で、イシガレイは4月下旬にSt. DとSt. Fで計2尾（それぞれ全長25.0mm, 27.0mm）、3月下旬にSt. Bで1尾（全長20.7mm）が採集されたのみであった。

各調査時におけるマコガレイ稚魚の全長組成をFig.2に示した。各調査時の全長範囲および平均と標準偏差は、4月下旬：17.0~32.5mm, 24.31±3.67mm, 5月下旬：29.0~60.0mm, 39.54±6.98mm, 3月上旬：6.4~19.2mm, 11.87±3.03mm,

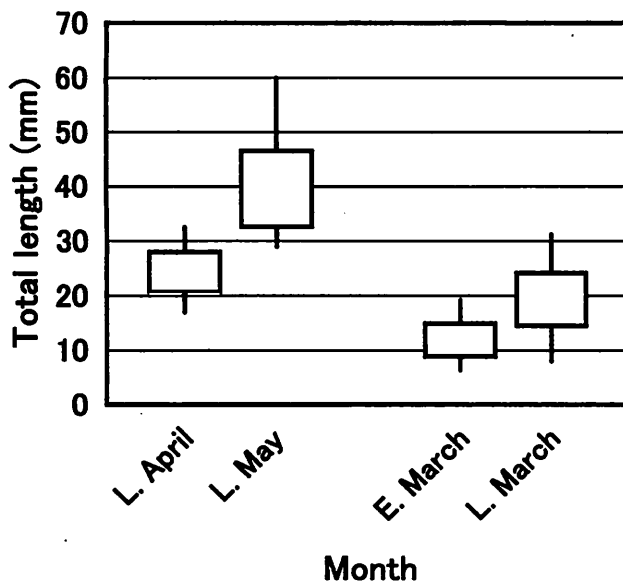


Fig.2 Total length compositions of captured juvenile marbled sole
Bar and box indicate range and average
±standard deviation, respectively.

3月下旬：8.0~31.2mm, 19.28±4.87mmであった。

3. マコガレイ稚魚の胃内容物組成

湿重量より求めた全長別胃内容物組成をFig.3に、定点別胃内容物組成をFig.4にそれぞれ示した。なお、各調査回次の空胃個体は4月下旬：なし、5月下旬：1尾（1.8%）、3月上旬：7尾（9.6%）、3月下旬：なしであった。

4月下旬には、いずれの全長範囲、いずれの定点でも *Laophonte* spp.などのソコミジンコ類Harpacticoidaが主体であり、他には *Pseudodiaptomus marinus* などのカラミジンコ類Calanoidaやトウヨウサザナミクマ *Dimorphostylis asiatica* などのクーマ類が摂餌されていた。5月下旬になると、全長30mm以下の小型個体（1尾）はカラミジンコ類やソコミジンコ類などを食べていたが、全長30~60mmの個体ではクーマ類や多毛類を主に摂餌し、全長50mmまではカラミジンコ類やヨコエビ類も摂餌していた。多毛類の比率は体の大型化とともに増加した。各動物群の優占種は、カラミジンコ類は *Eurytemora pacifica*, クーマ類はトウヨウサザナミクマ、多毛類は *Pseudopolydora* sp. であった。定点別では、カラミジンコ類が主体のSt. Aと多毛類が主体のSt. Dを除いて、クーマ類が優占していた。

一方、3月上旬では、いずれの全長範囲の個体も多毛類（主にヨツパネスピオA型 *Paraprionospio* sp. form Aの副感触手）を最も多く摂餌しており、他には、全長10mm以下のものはソコミジンコ類（*Diarthrodes* sp.主体）、10~20mmの個体はカラミジンコ類（*Eurytemora pacifica*主体）やヨコエビ類（ブラブラソコエビ属 *Aoroides* spp.主体）も食べていた。定点別ではヨコエビ類を多く食べていたSt. Cを除いて多毛類が主体であった。また3月下旬では、全長10mm以下の個体（4尾）の胃内容物はわずかで湿重量測定は不可能であったが、ソコミジンコ類などが検出された。また、全長30mmまでは多毛類、カラミジンコ類、ヨコエビ類を摂餌し、20~30mmでは多毛類の比率が高かった。全長が31.2mmの個体はヨコエビ類を捕食していた。多毛

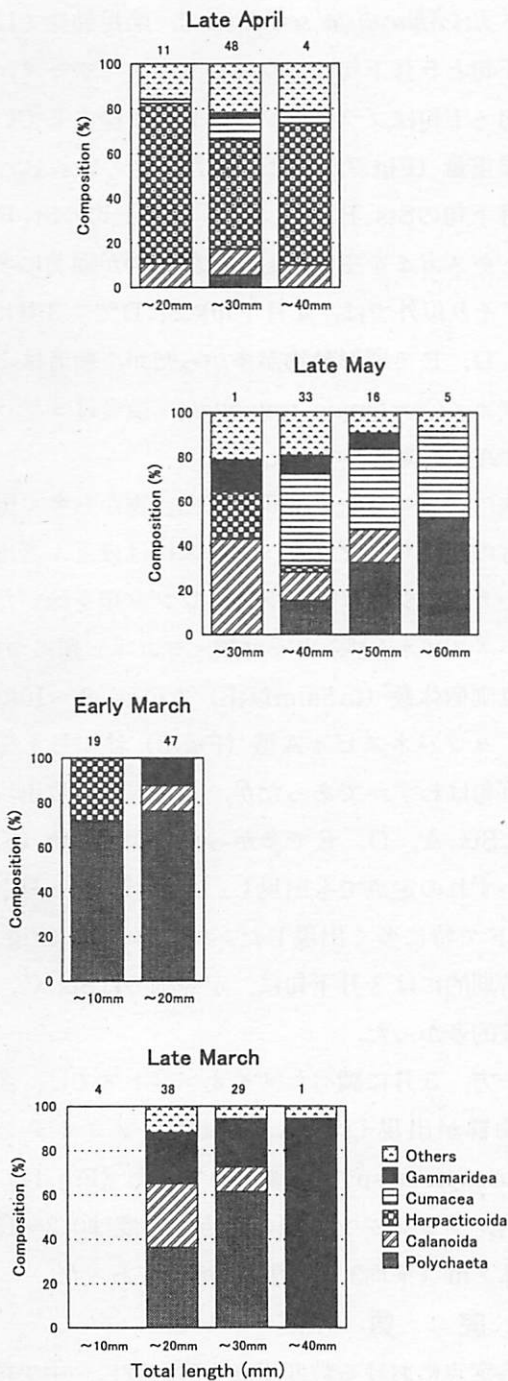


Fig. 3 Stomach contents compositions (wet weight) by size of juvenile marbled sole. Upper numerals show examined numbers. Stomach contents of each sole less than 10mm in late March could not be weighed.

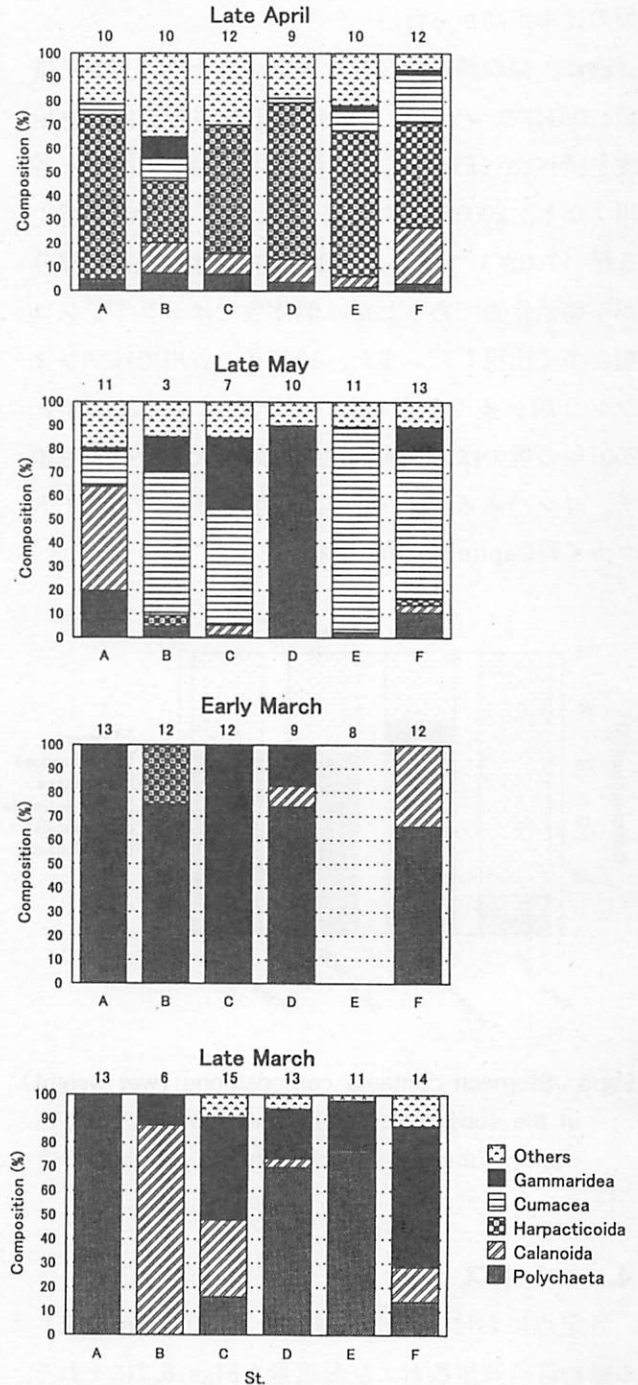


Fig. 4 Stomach contents compositions (wet weight) of juvenile marbled sole at each station. Upper numerals show examined numbers. Stomach contents of each sole at St. E in early March could not be weighed.

類, カラミジンコ類, ヨコエビ類の優占種は3月上旬と同じく, それぞれ, ヨツバネスピオA型, *Eurytemora pacifica*, ブラブラソコエビ属であった. 定点別には差がみられ, Sts. A, D, Eで多毛類, St. Bでカラミジンコ類, Sts. C, Fではヨコエビ類の比率が高かった.

次に, 他の調査で3月に採集されたマコガレイ稚魚120個体について, 同様に湿重量から胃内容物組成を調べた (Fig. 5). 空胃個体は1986年樽井・谷川: なし, 2000年堺: 4尾 (10.0%), 2001年堺: 5尾 (7.0%) であった. 1986年の樽井では大部分が不明消化物であったが, 個体数ではソコミジンコ類が多く出現した. また, 1986年の谷川ではソコミジンコ類が多くを占めた. これらに対し2000年と2001年の堺では, 不明消化物以外の大部分は多毛類で, ヨツバネスピオA型の副感触手と鰓およびイトゴカイ科Capitellidaeが主体であった.

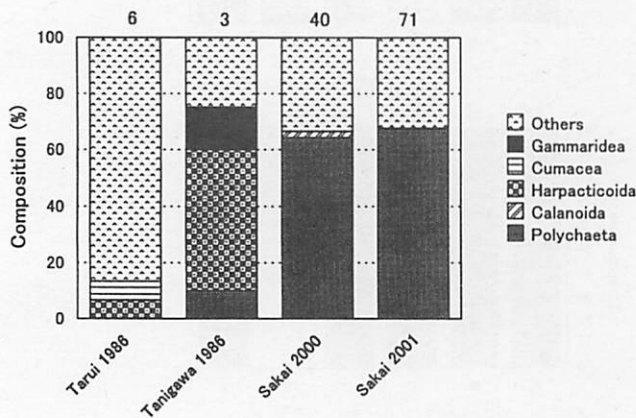


Fig. 5 Stomach contents compositions (wet weight) in the subsamples of juvenile marbled sole. Upper numerals show examined numbers.

4. ベントス

各定点におけるマクロベントス (0.5mm以上) の動物群別個体数および湿重量をFigs. 6, 7にそれぞれ示した.

個体数 (Fig. 6) では, いずれの定点とも3月上旬・下旬の方が4月下旬・5月下旬より多く, 環形動物 (大部分は多毛類) の優占するSts. A, C, D, Eで顕著であった. St. Bでは環形動物の他に軟体

動物と節足動物 (甲殻類), Sts. C, Fでは節足動物が多かった. 環形動物の優占種は, 4月下旬と5月下旬はアシナガギボシイソメ *Lumbrineris longifolia* であったのに対し, 3月上旬・中旬はヨツバネスピオA型であった. また, 軟体動物の優占種はホトトギスガイ *Musculista senhousia* で, 節足動物では, 4月下旬と5月下旬はトウヨウサザナミクマ, 3月上旬・下旬はブラブラソコエビ属が優占していた.

湿重量 (Fig. 7) では, 4月下旬のSts. B, E, 5月下旬のSts. B, C, E, 3月上旬のSt. Fでホトトギスガイを主体とした軟体動物が顕著に多かった. それ以外では, 4月下旬にSt. Dで, 3月にSts. A, D, Eで環形動物が多かったが, 前者はミズヒキゴカイ *Cirriformia tentaculata*, 後者はヨツバネスピオA型が優占していた.

次に, マコガレイ稚魚の胃内容物から多く出現したもののうち, マクロベントスにはほとんど出現しないカラミジンコ類とソコミジンコ類を除いた, ヨツバネスピオA型, クーマ類, ヨコエビ類について, 定点別個体数 (0.5mm以上) をFigs. 8~10に示した. ヨツバネスピオA型 (Fig. 8) は4月下旬と5月下旬はわずかであったが, 3月には多数出現し, 特にSts. A, D, Eで多かった. クーマ類 (Fig. 9) はいずれの定点でも出現し, 4月下旬と5月下旬のSt. Fで特に多く出現した. ヨコエビ類 (Fig. 10) は時期的には3月下旬に, 定点別ではSts. C, Fに比較的多かった.

一方, 3月に調べたメイオベントスでは, 多くの動物群が出現したが, 線虫類やソコミジンコ類 (*Longipedia* sp.) が優占していた (Fig. 11). この内, ソコミジンコ類の定点別密度は0.2~13.6万個体/m² (平均3.0万個体/m²) であった.

5. 底質

各定点における粒度組成をFig. 12に, 中央粒径値と泥率 (63 μ m未満の粒子の比率) をTable 4にそれぞれ示した. Sts. A, Bは細砂~シルト粘土, Sts. D, Eは中砂が主で, St. Cはその中間的な粒度組成であった. また, 人工的に覆砂したSt. Fの底質はSts. D, Eよりも粗かった. なお, 各定点に

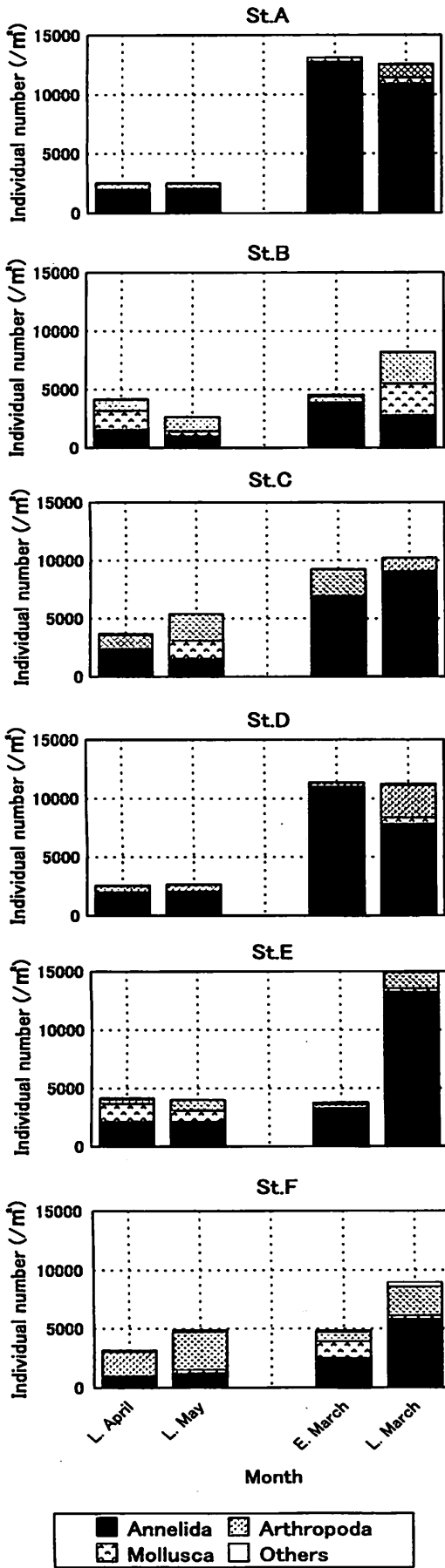


Fig. 6 Individual numbers of animal groups in macrobenthos ($\geq 0.5\text{mm}$)

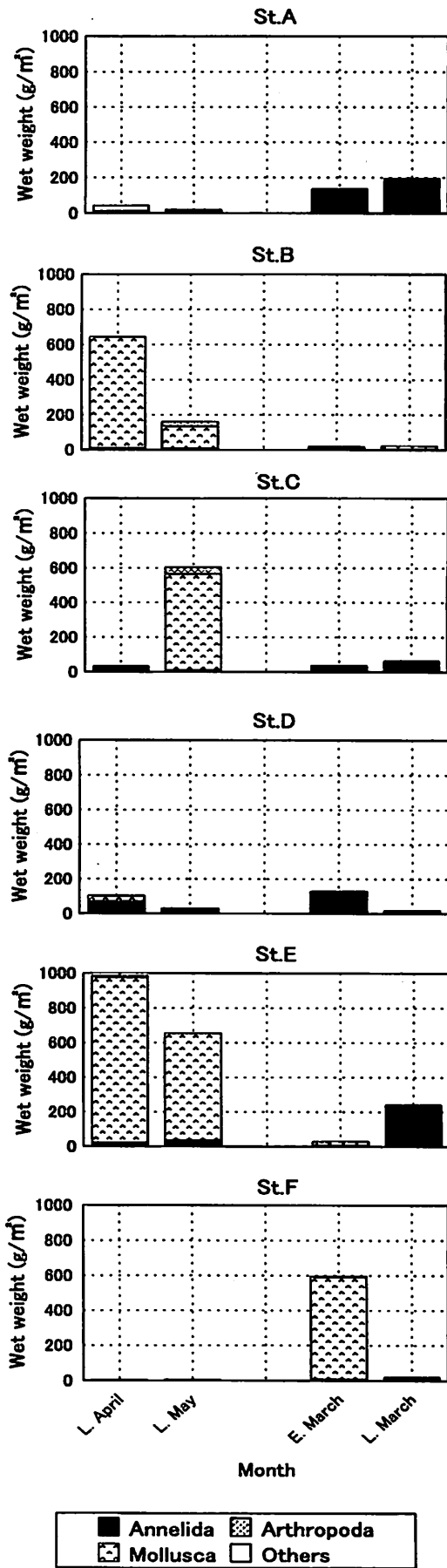


Fig. 7 Wet weight compositions of animal groups in macrobenthos ($\geq 0.5\text{mm}$)

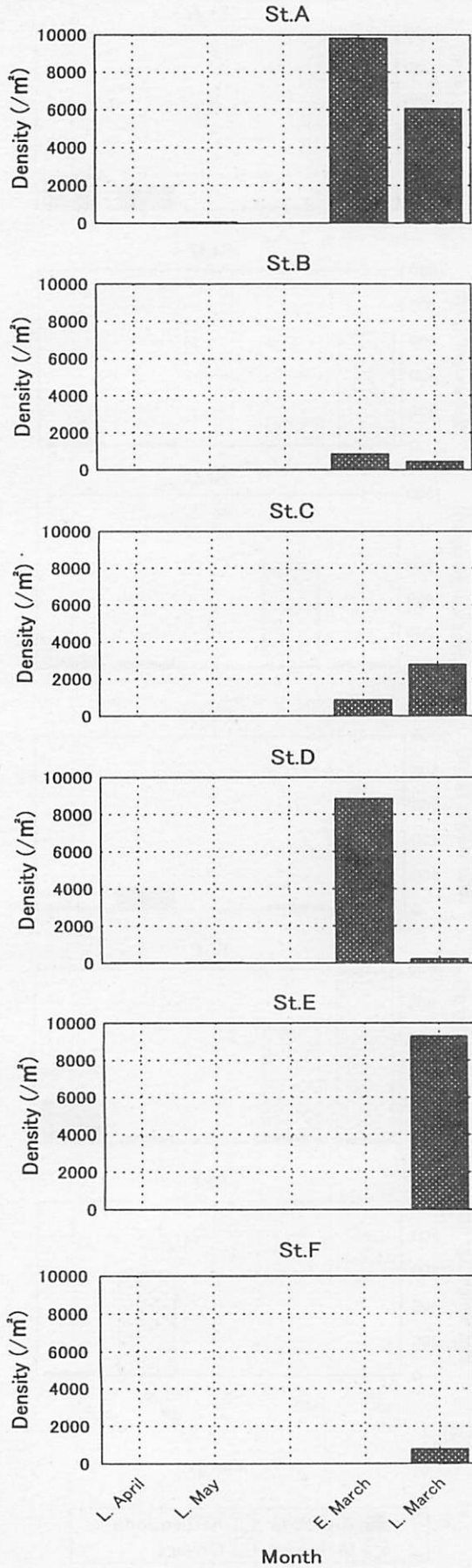


Fig. 8 Density of *Paraprionospio* sp. form A (≥0.5mm)

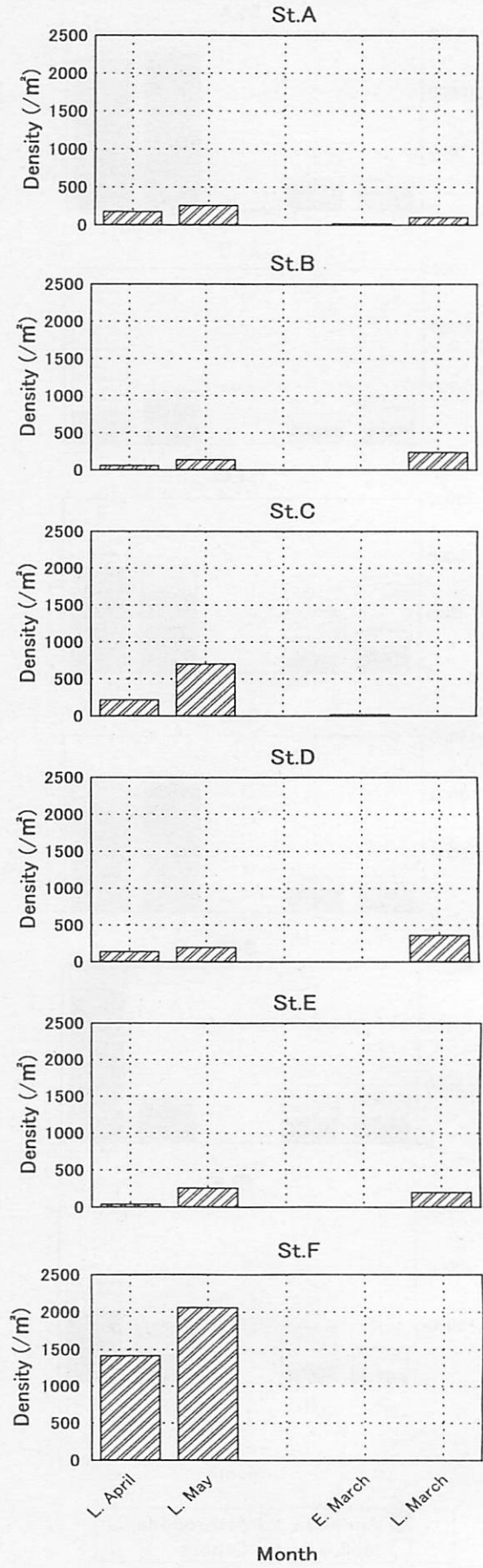


Fig. 9 Density of Cumacea (≥0.5mm)

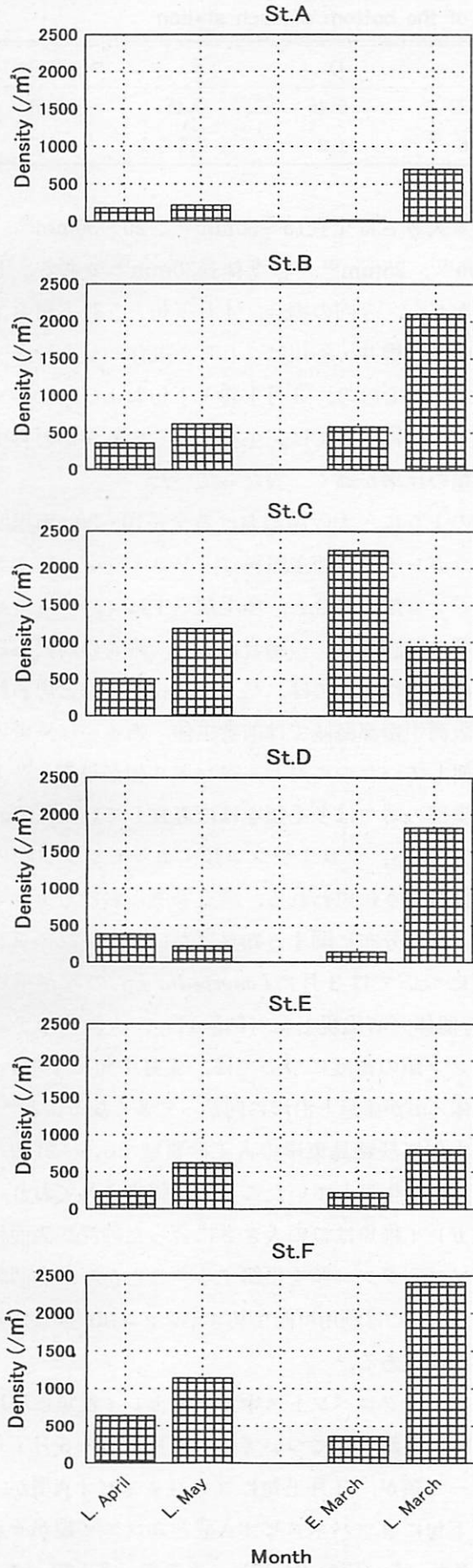


Fig. 10 Density of Gammaridea ($\geq 0.5\text{mm}$)

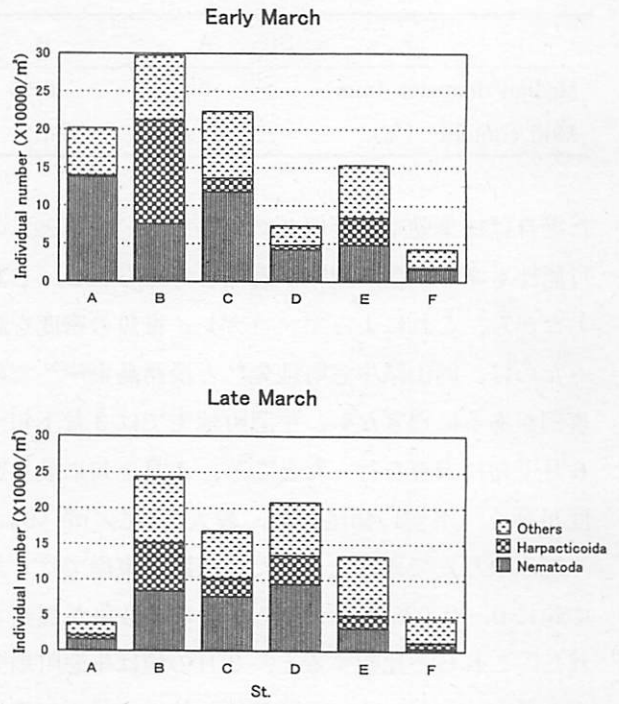


Fig. 11 Individual numbers of animal groups in meiobenthos

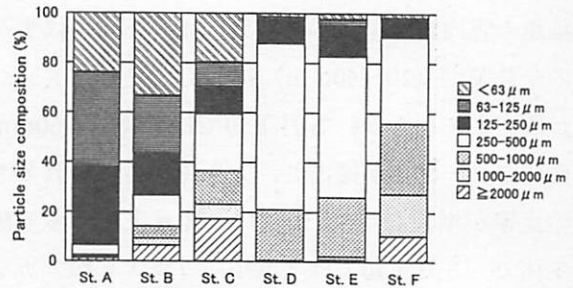


Fig. 12 Particle size compositions of bottom sediment

おける中央粒径値の範囲は0.10~0.57mm, 泥率の範囲は1.3~33.2%であった。

考 察

1. カレイ類稚魚の密度

今回実施した潜水観察で, この海域には3~5月に平均0.33~2.51尾/m²のカレイ類稚魚(マコガレイ主体)が生息することがわかった(Table 3). 着底稚魚の密度を正確に把握するには, 漁具を用い

Table 4 Median diameter and mud content of the bottom of each station

St.	A	B	C	D	E	F
Median diameter (mm)	0.11	0.10	0.32	0.46	0.45	0.57
Mud content (%)	23.8	33.2	19.6	1.3	2.1	1.6

た場合は採集効率が不明なため難しく、見落としの可能性もあるが潜水観察が適当と考えられる。しかしながら、これによってマコガレイ稚魚の密度を調べたのは、岡山県牛窓町地先⁸⁾と淡路島東岸⁹⁾での事例があるに過ぎない。牛窓町地先では3月下旬～6月下旬に調査を行ったところ、4月上旬に最も密度が高く、平均1.45尾/㎡、最大2.4尾/㎡(図より読み取り)であった。また、淡路島東岸では5月中旬に0～0.025尾/㎡のマコガレイ稚魚が観察された。これらと比較すると、3月の値は牛窓町地先より低かったが、4・5月の値、特に4月下旬の平均2.51尾/㎡、最大3.80尾/㎡という値は高く、1996年におけるこの海域はマコガレイ稚魚の育成場として良好だったことが窺われる。

2. マコガレイ稚魚の食性

稚魚の胃内容物を調べた結果、4月下旬ではすべての全長範囲(10～40mm)においてソコミジンコ類が優占していたが、5月下旬では全長30～50mmの個体でクーマ類が優占し、大きくなるにつれ多毛類の比率が増大した(Fig.3)。3月上旬は多毛類が主体で、3月下旬では多毛類、ヨコエビ類とカラミジンコ類が多かった。3月下旬の全長範囲は4月下旬と類似しているが、胃内容物は大きく異なっていた。また、3月に大阪府沿岸の他地点で採集された個体(全長10～20mm主体)の胃内容物においても、ソコミジンコ類を多く摂餌している場合と多毛類を多食している場合が見られた(Fig.5)。

全長60mm程度までのマコガレイ稚魚における成長に伴う食性の変化については、カイアシ類→クーマ類→端脚類⁸⁾、カイアシ類→端脚類¹⁰⁾、カイアシ類→ヨコエビ類→多毛類¹¹⁾、カイアシ類→端脚類→クーマ類¹²⁾、ソコミジンコ類→小型甲殻類・多毛類¹³⁾と報告されており、ソコミジンコ類などのカイアシ類からヨコエビ類・クーマ類等の小型甲殻類へ変

化する大きさは全長13～50mm⁸⁾、20～30mm¹⁰⁾、20mm¹¹⁾、25mm¹²⁾、標準体長30mm¹³⁾である。しかしながら、今回の場合、4月下旬と5月下旬および1986年の樽井・谷川はこれらの既往知見とほぼ一致していたものの、3月上旬・下旬および2000年・2001年の堺については、小型であるにもかかわらず多毛類の比率が高く、異なっていた。

このように、大阪湾における全長10～30mm程度のマコガレイ稚魚の主餌料は、ソコミジンコ類やカラミジンコ類の場合と、多毛類(主にヨツバネスピオA型の副感触手)の場合がある。両者の内どちらかを好むかについては、ベントス相が多様と思われる大阪湾中南部海域では前者主体、あるいは両者とも摂餌していたのに対し、ベントス相が単調な¹⁴⁾大阪湾奥部の堺では多毛類をほぼ専食していた(Fig.5)ことから、ソコミジンコ類・カラミジンコ類の方を好むように思われる。調査場所におけるカラミジンコ類の分布に関する知見はないが、ソコミジンコ類については3月に*Longipedia* sp.のみが平均3.0万個体/㎡出現した(Fig.11)。大阪湾のソコミジンコ類の密度については、4月中旬に平均4.4万個体/㎡が生息し沿岸に向かって多くなること¹⁵⁾、5月中旬に淡路島東岸の人工砂質域で6.5～21.9万個体/㎡が生息していたこと¹⁶⁾が報告されており、マコガレイ稚魚は口の大きさに合った砂泥底表面付近のソコミジンコ類を摂餌する¹³⁾ことから、今回調査した3月には利用可能なソコミジンコ類が少なかった可能性がある。

一方、マクロベントス中でマコガレイ稚魚に利用されている餌生物については、4月下旬・5月下旬にクーマ類が、3月上旬にヨツバネスピオA型が、3月下旬にヨツバネスピオA型とヨコエビ類がそれぞれ多かった(Figs.8～10)。そこで、多毛類・クーマ類・ヨコエビ類について、Ivlevの選択度指数

(下式)¹⁷⁾を用いて、マコガレイ稚魚の食物選択度を調べた。

$$E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$$

ここで、 E は選択度指数、 r_i はソコミジソコ類とカラミジソコ類を除いた胃内容物中の湿重量組成比(%)、 p_i はマクロベントス(1mm以上)中の湿重量組成比(%)である。計算結果をTable 5に示したが、選択度指数は4・5月のクーマ類と全調査時のヨコエビ類で高く、これらは多毛類より好まれていることがわかる。

以上をまとめると、大阪湾におけるマコガレイ稚魚は、全長30mmまでソコミジソコ類やカラミジソコ類などを主に摂餌するが、小型甲殻類が量的に少ない場合には多毛類も多食する、その後成長し全長30mm以上になるとクーマ類やヨコエビ類に、全長60mm程度から多毛類へ食性を変化させていくと推察される。

3. 稚魚の分布と環境要因

各地点におけるカレイ類稚魚の密度(Table 3)と、ベントスの数量(Figs.6~11)を比較すると、統計的に有意($P < 0.05$)であったのは4月におけるマクロベントス個体数との相関のみであった。各地点のマクロベントスは0.05m²のみの調査であり、どの程度その場所のベントス相を代表しているか問題であるが、マコガレイ稚魚が餌料生物の多い所に特に増集している傾向はみられなかった。おそらく好む餌を求めて広い範囲を移動しているものと思われる。

同様にカレイ類稚魚の密度と、底質の中央粒径値および泥分率を比較したところ、どの調査時においても両者の関係は有意でなかった($P > 0.05$)。3~5月にマコガレイ稚魚の多く生息する底質については、沿岸部では砂泥¹⁸⁾、0.15mm以下の細砂¹⁹⁾、

沖合部では粗砂¹⁸⁾と報告されており、平均全長35mmの個体を用いた室内実験で0.125~0.5mmの粒径を好む¹⁹⁾ことが明らかにされている。以上の知見と、今回調べた各地点の中央粒径値が0.10~0.57mmであったことから、マコガレイ稚魚は多様な底質に生息することが示唆される。

4. 稚魚の生残

大阪府におけるマコガレイ漁獲量は年により大きく変動することが知られており、その原因の一つとして夏季の貧酸素化による当歳魚の死亡が挙げられている³⁾。本研究において稚魚の密度が1996年4・5月と1997年3月で大きく異なっていたため、夏季の死亡以外にそれまでの生残数も関係しているものと考えられる。これには産卵量や浮遊期の生残率、さらには着底後の生残率が影響しており、着底後の生残には被食や餌料環境が関与していると思われる。今回、全長30mm以下の小型稚魚の食性について、小型甲殻類中心、多毛類中心の二通りがみられた。大阪湾奥部においては多毛類をほぼ専食していても、5月以降、順調に成育した当歳魚が多数漁獲される³⁾ことから、生残には問題ない可能性が高いが、稚魚の栄養要求を調べて検証していく必要がある。また、他のカレイ類稚魚で確認されている被食²⁰⁾についても調査し、着底後の生残状況を把握する必要があるだろう。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、胃内容物やベントスを詳細に査定していただき、3月分の現地調査をしていただいた(株)海洋生態研究所の方々に感謝する。ならびに、4・5月分の現地調査にご協力いただいた調査船「はやて」の乗組員、水域環境生物(株)、大阪府水産課の方々にもお礼を申し上げる。

Table 5 Selectivity index of juvenile sole on Polychaeta, Cumacea and Amphipoda

Food organism	Late April	Late May	Early March	Late March
Polychaeta	0.31	0.74	0.46	-0.28
Cumacea	1.00	1.00	-1.00	-1.00
Amphipoda	0.99	0.97	0.97	0.97

文 献

- 1) 辻野耕實・安部恒之・日下部敬之 (1997) 大阪湾におけるマコガレイの漁業生物学的研究. 大阪水試研報, 10, 29-50.
- 2) 矢持 進・有山啓之・佐野雅基 (1998) 大阪湾湾奥沿岸域の環境修復一堺泉北港干潟造成予定地周辺の水質・底質ならびに底生動物相とマコガレイの貧酸素に対する応答一. 海の研究, 7, 293-303.
- 3) 有山啓之・佐野雅基 (2000) 大阪湾奥部におけるマコガレイの動態について. 大阪水試研報, 11, 27-34.
- 4) 大美博昭・日下部敬之・有山啓之 (2001) 複数漁業種共同管理調査. 平成11年度大阪水試事報, 66-76.
- 5) 大美博昭・日下部敬之・有山啓之・辻村浩隆 (印刷中) 複数漁業種共同管理調査. 平成12年度大阪水試事報.
- 6) 有山啓之・陸谷一馬 (1988) ガザミ放流技術開発事業. 昭和60年度大阪水試事報, 119-137.
- 7) 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.
- 8) 香川県水産試験場・岡山県水産試験場・福岡県豊前水産試験場・大分県浅海漁業試験場・山口県内海水産試験場 (1975) 瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査カレイ類総括報告書昭和46~49年度, 51 pp.
- 9) 反田 實・中村行延 (1993) 平成3年度大阪湾北西部地区広域型増殖場造成事業効果調査. 平成3年度兵庫水試事報, 154-172.
- 10) 福岡和光 (1987) 別府湾北部海域におけるマコガレイの生態に関する研究-II 食性について. 大分浅海漁試調研報, 8, 12-21.
- 11) 兵庫県 (1989) 昭和62・63年度広域型増殖場造成事業調査結果報告書 [大阪湾北西部地区マコガレイ], 60 pp.
- 12) 宮城県水産試験場 (1982) 昭和56年度放流技術開発事業 (マコガレイ) 総合報告書, 宮1-宮30.
- 13) 中神正康・高津哲也・松田泰平・高橋豊美 (2000) 北海道津軽海峡沿岸におけるマコガレイ稚魚によるハルパクチクス目の捕食. 日水誌, 66, 818-824.
- 14) 有山啓之・日下部敬之・大美博昭 (2001) 生物モニタリング調査. 平成11年度大阪水試事報, 38-44.
- 15) 辻野 陸・玉井恭一 (1996) 大阪湾の底質環境とメイオベントスの分布. 南西水研研報, 29, 87-100.
- 16) 反田 實・中村行延 (1993) 平成3年度大阪湾北西部地区広域型増殖場造成事業効果調査. 平成3年度兵庫水試事報, 154-172.
- 17) Ivlev, B. C. (1965) 魚類の栄養生態学 (児玉康雄, 吉原友吉訳), たたら書房, 米子, 261 pp.
- 18) 伊東 弘・正木康昭・山口義昭 (1985) 周防灘におけるマコガレイ親魚の分布と幼稚魚の生息環境. 昭和57・58年度「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」(マリーオンランチング計画) プロGRESS・レポート, ヒラメ・カレイ (1), 41-47.
- 19) Tanda, M. (1990) Studies on burying ability in sand and selection to the grain size for hatchery-reared marbled sole and Japanese flounder. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1543-1548.
- 20) 南 卓志 (1986) 異体類の初期生活史 IX 被食 (1). 海洋と生物, 8, 130-133.
- 21) 南 卓志 (1998) エビジャコ稚魚-小型甲殻類の関係. 砂浜海岸における仔稚魚の生物学 (千田哲資・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 89-99.