

唐津湾及び周辺海域におけるマダイ仔稚魚の生態に関する研究—III 着底移行期前後におけるマダイ稚魚の食性変化

野口 弘三・平野 哲美

The ecological studies on the larvae and juveniles of the red sea bream in Karatsu Bay and the Adjacent Waters—III

Feeding habit of the pelagic and demersal juveniles

Hiroimitsu NOGUCHI and Tetsumi HIRANO

まえがき

天然海域におけるマダイ *Pagrus major* の食性に関する研究は、浮遊生活期(田中¹⁾, 田中²⁾, 田中³⁾, 森⁴⁾, 田中⁵⁾, 鈴木・桑原⁶⁾, 野口⁷⁾, 野口・平野⁸⁾, 野口・谷⁹⁾, 桑原¹⁰⁾, TANAKA¹¹⁾, 田中¹²⁾, 幼稚魚期(代田¹³⁾, 畔田¹⁴⁾, 木曾¹⁵⁾, 大森¹⁶⁾, 田中¹²⁾, 大野¹⁷⁾)について数多くの報告がみられる。しかしこれらの報告は、各時期の食性について言及したもので、浮遊生活期から着底期への移行期及び着底初期の摂餌生態について言及したのではない。

そこで著者らは、1980～84年、1990、1994年の7年間の4～5月に唐津湾及びその周辺海域で稚魚ネットを用いて調査を行い、採集された全長10mm以上の浮遊生活期マダイ稚魚の食性と1981～84年の4年間の5～6月に唐津湾及びその周辺海域で小型底曳網、ごち網を用いて調査を行い、採集された着底期マダイ幼稚魚の食性について比較検討したところ、若干の知見が得られたので報告する。

材料及び方法

浮遊生活期マダイ稚魚の標本は、1980～84年、1990、1994年の7年間の4～5月に唐津湾及びその周辺海域6～30点(Fig. 1)で佐賀県玄海水産振興センター調査船かがみ(80t)を使用して採集した(Table. 1)。マダイ稚魚は、まる稚魚ネット(口径130cm, 側長450cm, 目合0.334mm)及び稚魚ネット(口径130cm, 側長500cm, 目合0.526mm)を使用して、海底から海表面までの斜め曳

き、表中底層の水平曳き(1.5, 2.0ノット, 5分曳)によって採集した。

着底期のマダイ幼稚魚の標本は、1981～84年の4年間の5～6月に唐津湾及びその周辺海域2～9点(Fig. 1)で佐賀県玄海水産振興センター調査船はやしお(5t)を使用して小型底曳網(袋網目合3.2mm角目)、ごち網(袋網目合10mm(一辺長5mm))の2漁具によって採集した(Table. 2)。なお、ごち網での調査は、1982年5月28日の1回のみであった。

採集された幼稚仔魚は、船上で直ちに10%ホルマリンで固定し、後日顕微鏡下で全長、尾叉長、消化管内容物の種類、消化管内の餌のサイズ(体長)を調べた。なお、消化管内容物調査に供した全長10mm以上の浮遊生活期の稚魚数は、採集されたマダイ仔稚魚1,291尾のうち29尾であった。また、小型底曳網、ごち網で採集された幼稚魚は、それぞれ263尾と9尾で、そのうち消化管内容物調査に供した幼稚魚は、各々202尾と9尾であった。

結 果

1. 稚魚ネットで採集された全長10mm以上の浮遊生活期マダイ稚魚の食性変化

1) 消化管内容物組成

1980～84年、1990、1994年の7年間に採集されたマダイ仔稚魚は、1,291尾であったが、全長10mm以上の稚魚は29尾、2.2%、消化管内容物調査に供した仔稚魚数は26尾、2.0%とかなり低い割合であった(Table. 3)。このように全長10mm以上の稚魚が少なかったのは、稚魚ネットの目合、曳網方法等の特性によるものと思われる。

1980～84年、1990、1994年の7年間に採集された全長

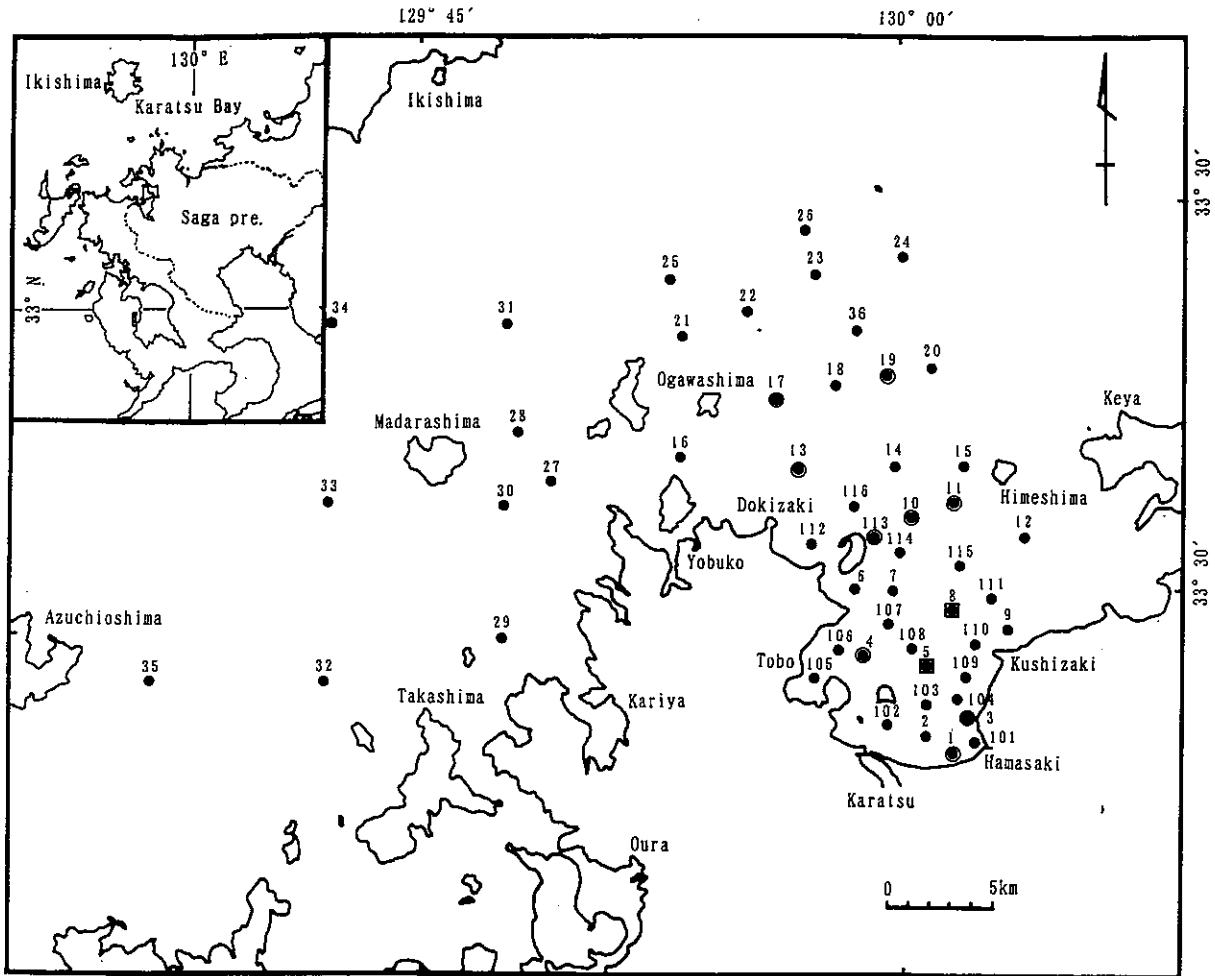


Fig. 1. Sampling stations collected the pelagic juveniles/juveniles red sea bream by larva net, beam trawl and Gochi trawl in Karatsu Bay and the adjacent waters in 1980-84, 90, 94.

● : Larve net station (1980-84, 90, 94) ; ○ : Beam trawl station (1981-84) ; □ : Gochi trawl station (1982) and Beam trawl station (1981-84)

10mm以上のマダイ稚魚の成長に伴う消化管内容物組成を個体数法で Table. 3 に、また各年のサイズ別供試数についても Table. 3 に示した。

全長別供試数は、10mmサイズでは12尾、11mmでは9尾、12mmでは5尾、13mmでは2尾、14mmでは1尾の計29尾であった。

Copepoda nauplius は、全長10mmで16.7%、11mmで21.9%摂餌されていたが、12mm以上の稚魚は、摂餌していなかった。

Copepoda は、10mmで3.0%、11mmで6.3%、12mmで4.7%で、それ以降は摂餌しておらず、その割合も低い値であった。

Cladocera は、Podon, Evadne, Penilia 等の種類から構成され、10mmサイズで1.5%、11mmで28.1%、12mmで

7.0%、13mmで16.7%、14mmで0%で、比較的高い割合で摂餌されていた。

Gammaridea は、10mmで1.5%摂餌されているに過ぎなかった。

Oikopleura は、10mm、12mm、13mmでそれぞれ3.0%、32.6%、16.7%摂餌されており、比較的高い割合であった。

2) 摂餌率

全長別の供試個体数に対する摂餌個体数の割合を摂餌率とすると、摂餌率は、10mmで91.7%、11mmで77.8%、12mmで100%、13mmで100%、14mmで100%、平均で89.7%となり、かなり高い割合であった (Table. 3)。

3) 消化管内餌生物の item 数及び摂餌個体数

消化管内餌生物の1尾当たり平均 item 数は、全長10

Table 1. Details on the collections of the larval red sea bream in Karatsu Bay and the adjacent waters in 1980-84, 90, 94.

Sampling date	Number of tow	Sampling stations	Method of tow*	larva net used
1980 Apr.21-23	28	St 1-28	OH	Maruchi larval net**
May. 7- 9	"	"	"	"
May.19-22	30	St 1-15, 101-115	SHH, BHH	"
Jun. 2- 4	"	"	"	"
Jun.16-19	"	"	"	"
1981 Mar.30-				
Apr. 1	14	St 4, 5, 7-11, 13-17, 19, 21	OH	"
Apr.14-15	24	St 1, 3-5, 7-17, 19, 102, 103, 105, 107, 109, 110, 113, 115	"	Larval net***
May. 6- 7	24	"	BHH	"
May.25-26	21	St 1, 3-5, 7-15, 102, 103, 105, 107, 109, 110, 113, 115	"	"
1982 May. 6	6	St 5, 10, 13, 15, 19, 115	BHH	"
1983 May. 4	8	St 5, 8, 10, 13, 15, 17, 19, 115	BHH	"
May.13	5	St 5, 8, 10, 17, 19	SHH, MHH, BHH	"
1984 May. 7- 8	6	St 5, 8, 10, 17, 19, 115	SHH, MHH, BHH, OH	"
May, 28	4	St 5, 8, 10, 19	SHH, MHH, BHH, OH	"
1990 Apr. 6	14	St 8, 12, 16, 21, 29-36, 114, 116	OH	Maruchi larval net**
May. 9	14	"	"	"
Jun. 7	14	"	"	"
1994 Mar.31	14	"	OH	"
Apr.13	14	"	"	"
May. 1	14	"	"	"

* : Methods of tow are shown in following abbreviations ; OH : oblique haul, SHH : surface-layer horizontal haul, MHH : middle-layer horizontal haul, BHH : bottom-layer horizontal haul.

** : The type of net is 130cm in diameter, 0.334mm in mesh opening and 450cm in length.

*** : The type of net is 130cm in diameter, 0.526mm in mesh opening and 500cm in length.

Table 2. Details on the collections of the juvenile red sea bream in Karatsu Bay and the adjacent waters in 1981-84.

Sampling date	Number of haul	Sampling stations	Method of haul
1981 May.29-30	9	St 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 13, 113	Beam trawl
1982 May.21	9	St 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 113, 115	"
May.27	9	"	"
May.28	2	St 5, 8	Gochi trawl
1983 May.26	6	St 3, 4, 5, 7, 8, 115	Beam trawl
May.27	8	St 1, 3, 8, 10, 11, 13, 17, 19	"
May.30	7	St 3, 8, 10, 11, 17, 19, 115	"
1984 Jun. 15	6	St 3, 8, 10, 11, 19, 115	"

mmで2.2, 11mmで1.6, 12mmで2.8, 13mmで2.0, 14mmで1.0, 全長10~14mmの平均 item 数で2.0とかなり低い値であった (Fig. 2)。一方平均摂餌個体数は, 全長10mmで5.5, 11mmで3.6, 12mmで8.6, 13mmで3.0, 14mmで1.0, 全長10~14mmの平均摂餌個体数で5.1と, 平均 item 数が低いにもかかわらず高い値を示した (Fig. 3)。

4) 全長別の最大摂餌個体数

全長別の最大摂餌個体数は, 全長10mmで18個体, 11mmで13個体, 12mmで19個体, 13mmで4個体, 14mmで1個体と10~12mmサイズまでは10個体のレベルであったが, 13~14mmサイズでは急減した (Fig. 4)。10mmサイズでの18個体の内訳は, Unknown15個体, Invertebrate egg 2個体, Copepoda nauplius 1個体であった。11mm

Table 3. Changes of the percentage composition of gut contents with total length of pelagic juvenile red sea bream collected in 1980-84, 90, 94.

Total length (mm)	10.0-10.9	11.0-11.9	12.0-12.9	13.0-13.9	14.0-14.9	Total
No. of juvenile examined	12	9	5	2	1	29
No. of juvenile with food	11	7	5	2	1	26
Percentage of juvenile feeding	91.7	77.8	100.0	100.0	100.0	89.7
Number of food	66	32	43	6	1	148
Food items						
Coscinodiscus spp.	3.0					
Navicula spp.			2.3			
Diatom	1.5					
Cerairtum spp.	1.5					
Prorocentrum spp.		6.3	7.0			
Protoreridinium spp.			2.3			
Scrippsiella spp.			11.6			
Ciliata			2.3			
Podon spp.		21.9				
Evadne spp.	1.5			16.7		
Penilia spp.			7.0			
Cladocera		6.3				
Copepod nauplius	16.7	21.9				
Copepoda	3.0	6.3	4.7			
Gammaridea	1.5					
Invertebrate eggs	9.1					
Malacostraca		3.1		33.3		
Gnathia			2.3			
Oikopleura spp.	3.0		32.6	16.7		
Bivalvia larva		3.1				
Polychaeta	1.5	6.3				
Fish larva		3.1				
Unknown	57.6	21.9	27.9	33.3	100.0	

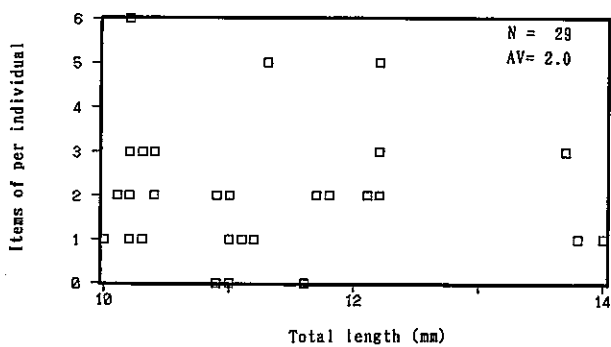


Fig. 2. Change of the items per individual in the gut with total length of pelagic juveniles red sea bream (≥ 10 mm) collected in 1980-84, 90, 94.

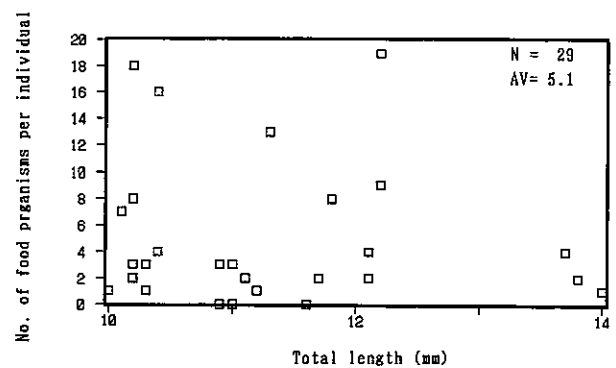


Fig. 3. Change of the number of food organisms per individual in the gut with total length of pelagic juveniles red sea bream (≥ 10 mm) collected in 1980-84, 90, 94.

サイズでの13個体の内訳は、Podon 7個体、Cladocera 2個体、Copepoda 2個体、Polychaeta 1個体、Unknown 1個体であった。12mmサイズでの19個体の内訳は、Oikopleura 14個体、Unknown 5個体であった。

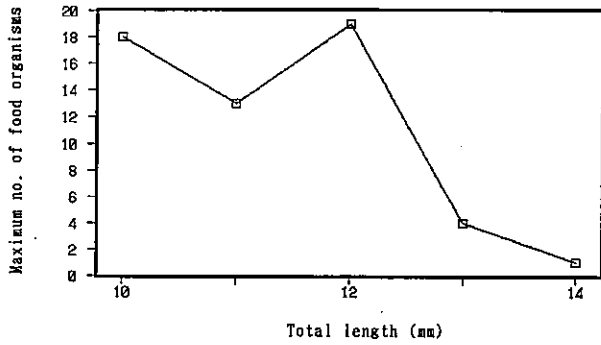


Fig. 4. Maximum number of food organisms in the gut of pelagic juveniles red sea bream (≥ 10 mm) related to the total length in 1980-84, 90, 94.

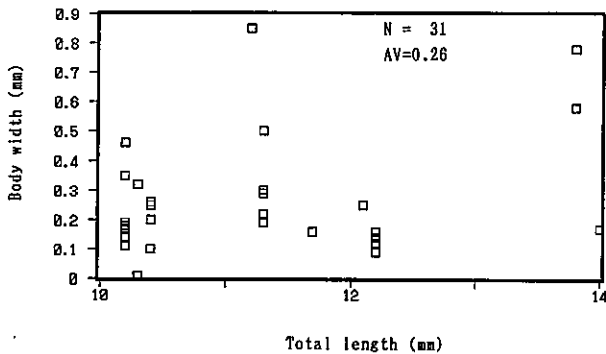


Fig. 5. Change of body width of all food organisms in gut with pelagic juveniles growth (≥ 10 mm) in red sea bream in 1980-84, 90, 94.

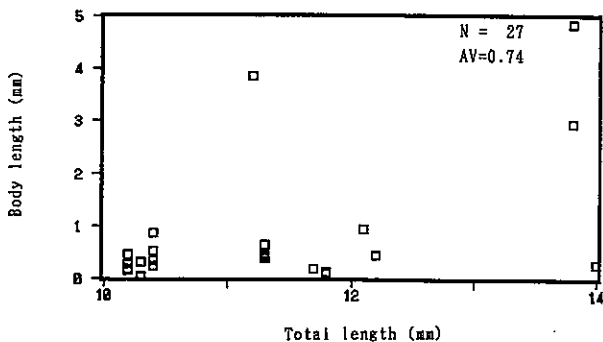


Fig. 6. Change of body length of all food organisms in gut with pelagic juveniles growth (≥ 10 mm) in red sea bream in 1980-84, 90, 94.

5) 消化管内餌生物の大きさ

(1) 体幅変化

1980~81, 83~84, 90年に採集されたマダイ稚魚の消化管内餌生物の平均体幅は、全長10mmで0.218mm, 11mmで0.344mm, 12mmで0.148mm, 13mmで0.680mm, 14mmで0.170mmであった。最大体幅は、全長10mmで0.460mm, 11mmで0.850mm, 12mmで0.250mm, 13mmで0.780mm, 14mmで0.170mmであった。また最小体幅は、全長10mmで0.010mm, 11mmで0.160mm, 12mmで0.090mm, 13mmで0.580mm, 14mmで0.170mmであった (Fig. 5)。

(2) 体長変化

1980~81, 83~84, 90年に採集されたマダイ稚魚の消化管内餌生物の平均体長は、全長10mmで0.301mm, 11mmで0.734mm, 12mmで0.695mm, 13mmで3.900mm, 14mmで0.280mmであった。最大体長は、全長10mmで0.860mm, 11mmで3.850mm, 12mmで0.950mm, 13mmで4.850mm, 14mmで0.280mmであった。また最小体長は、全長10mmで0.030mm, 11mmで0.090mm, 12mmで0.440mm, 13mmで2.950mm, 14mmで0.280mmであった (Fig. 6)。

2. 小型底曳網、ごち網で採集された着底初期のマダイ稚魚の食性変化

1) 消化管内容物組成

1981~84年の4年間のマダイ稚魚の消化管内容物組成を個体数法で Table. 4~7に示す。

1981年は、5月29, 30日に小型底曳網を用いて唐津湾及び周辺海域の9点で調査し、101尾採捕されたうち41尾の消化管内容物を調べた。採捕された稚魚の尾叉長は15~34mmで、消化管から出現した餌料生物は全体で10itemであった。消化管から出現した主な餌料生物は、CopepodaとMysidaceaであったが、Copepodaの場合は、尾叉長18~19, 21, 23~25, 27, 29, 31mmサイズで、Mysidaceaの場合は、16~21, 23, 25~29, 31~32, 34mmサイズで摂餌されていた。このようにCopepodaを主に摂餌しているサイズ、Mysidaceaを主に摂餌しているサイズ、CopepodaとMysidaceaの2種類を主に摂餌しているサイズ、の3つのパターンに分けることができる。

1982年は、5月21, 27日に小型底曳網を用いて、また5月28日にはごち網を用いて唐津湾及び周辺海域でそれぞれ9, 9, 2点で調査し、採捕された71尾全尾数の消化管内容物を調べた。採捕された稚魚の尾叉長は12~26mmで、消化管から出現した餌料生物は全体で13itemであった。消化管から出現した主な餌料生物は、

Table 4. Changes of the percentage composition of gut contents with fork length of juvenile red sea bream caught by beam trawl (May 29-30, 1981)

Fork length (mm)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Total
No. of juvenile examined	1	2	2	3	3	3	5	3	2	2	5	1	1	1	2	0	2	1	1	1	41
No. of juvenile with food	1	2	2	3	3	3	5	3	1	2	4	1	1	1	2	0	2	1	1	1	39
Percentage of juvenile feeding	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	50.0	100.0	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	95.1
Number of food	1	3	9	35	10	5	34	3	40	37	37	3	25	3	18		18	2	1	2	286
Food items																					
Copepoda				91.3	50.0		20.6		55.0	86.5	62.2		60.0		27.8		27.8				
Mysidacea		66.7	88.9	2.9	50.0	60.0	76.5		40.0		21.6	100.0	32.0	100.0	61.1		72.2	100.0			50.0
Gammaridea				2.9			2.9	33.3	5.0	13.5	5.4		8.0								50.0
Isopoda											2.7										
Cypris larva				2.9																	
Macrurans															11.1					100.0	
Crustacean	100.0		11.1			20.0		66.7			2.7										
Polychaeta						20.0															
Unknown		33.3									5.4										

Table 5. Changes of the percentage composition of gut contents with fork length of juvenile red sea bream caught by beam trawl (May 21, May 27) and caught by Gochi trawl (May 28) in 1982.

Fork length (mm)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
No. of juvenile examined	4	5	13	6	10	9	6	2	2	2	6	1	2	2	1	71
No. of juvenile with food	2	3	13	3	10	9	6	2	2	2	6	1	2	2	1	64
Percentage of juvenile feeding	50.0	60.0	100.0	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	50.0	100.0	80.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.1
Number of food	7	15	117	28	69	152	71	6	50	61	283	52	107	16	7	1,041
Food items																
Copepoda	42.9		35.9	7.1	62.3	20.4	70.4	33.3	56.0	95.2	81.2	90.5	80.4			
Mysidacea	42.9	86.6	59.8	71.4	21.7	73.0	14.1	16.7	8.0	1.6	8.1	3.8	19.6	56.3	71.4	
Gammaridea			3.4		8.7	1.3	14.1	33.3	12.0	1.6	7.1	3.8			14.3	
Caprellidea					4.3	3.3			12.0	1.6	1.8	1.9		43.7	14.3	
Cumacea		6.7					1.4	16.7								
Tanaidacea					1.5											
Evadne									2.0							
Macrurans				3.6							1.4				11.1	
Crustacean		6.7		3.6		2.0										
Polychaeta			0.9		1.5						0.4					
Bivalvia larva				14.3												
Oikopleura									10.0							
Unknown	14.2										5.4					

Table 6. Changes of the percentage composition of gut contents with fork length of juvenile red sea bream caught by beam trawl (May 26, 27, 30) in 1983.

Fork length (mm)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
No. of juvenile examined	1	12	10	7	5	14	4	1	3	1	58
No. of juvenile with food	1	12	10	6	5	14	4	1	3	1	57
Percentage of juvenile feeding	100.0	100.0	100.0	85.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3
Number of food	8	72	89	52	25	150	41	8	34	18	497
Food items											
Copepoda		87.5	44.4	25.8	27.0	56.0	31.3	43.9	37.5	32.4	22.2
Mysidacea			48.6	41.6	61.6	8.0	34.6	2.4		35.2	11.1
Gammaridea			5.6	20.3	1.9	24.0	26.7	31.8	37.5	32.4	55.5
Caprellidea							0.7	12.3			
Ostracoda				1.1							
Balanomorpha larva				1.1							
Macrurans				6.8			0.7	2.4			
Crustacean				1.1	1.9			2.4			5.6
Polychaeta		12.5	1.4	1.1		4.0	3.3		12.5		
Oikopleura					3.8		0.7	2.4			5.6
Unknown				1.1	3.8	8.0	2.0	2.4	12.5		

Table 7. Changes of the percentage composition of gut contents with fork length of juvenile red sea bream caught by beam trawl (June 15) in 1984.

Fork length (mm)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Total
No. of juvenile examined	6	5	8	3	4	5	1	5	1	0	0	2	1	41
No. of juvenile with food	6	5	7	3	4	5	1	5	1	0	0	2	1	40
Percentage of juvenile feeding	100.0	100.0	87.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			100.0	100.0	97.6
Number of food	40	12	42	9	10	45	5	72	6			186	1	428
Food items														
Copepoda	70.0	8.3	42.8		50.0	82.2		84.6	16.7			90.8		
Mysidacea			23.8	66.7	10.0		20.0					1.6		
Gammaridea	27.5	50.1	23.8	22.2		13.4	60.0	5.6	83.3			5.4	100.0	
Caprellidea												2.2		
Cumacea		8.3				2.2								
Macrurans		8.3			20.0			4.2						
Crustacean		8.3						1.4						
Fish egg			2.4											
Polychaeta	2.5	16.7	2.4	11.1	10.0	2.2	20.0	1.4						
Oikopleura								2.8						
Unknown			4.8		10.0									

1981年同様に Copepoda と Mysidacea であった。尾叉長12~15mmでは Mysidacea, 次いで Copepoda の占める割合が高く, 16~24mmでは17mmを除くと Copepoda の占める割合がかなり高く, 他では Gammaridea の出現割合が若干高いに過ぎない。25~26mmでは再び Mysidacea の占める割合が高くなっている。このように尾叉長12~17mmの小サイズでは Mysidacea を摂餌し, 尾叉長16~24mmでは Copepoda の摂餌が多くなり, 尾叉長25~26mmでは再び Mysidacea を主に摂餌するパターンを示した。

1983年は, 5月26, 27, 30日に小型底曳網を用いて唐津湾及び周辺海域でそれぞれ6, 8, 7点で調査し, 採捕された58尾全部の消化管内容物を調べた。採捕された幼稚魚の尾叉長は11~20mmで, 消化管から出現した餌料生物は全体で11item であった。消化管から出現した主な餌料生物は, Copepoda, Mysidacea, Gammaridea であった。Copepoda の場合は, 尾叉長11~20mmサイズで, Mysidacea の場合は尾叉長12~17mm, 19~20mmサイズで, Gammaridea の場合は尾叉長12~20mmサイズで摂餌されていた。このように尾叉長11mmで Copepoda を主に摂餌し, 次いで12~14mmでは Copepoda と Mysidacea を主体的に, それ以降では Copepoda, Mysidacea, Gammaridea を主に摂餌していた。

1984年は, 6月15日に小型底曳網を用いて唐津湾及び周辺海域6点で調査し, 採捕された42尾のうち41尾の消化管内容物を調べた。採捕された幼稚魚の尾叉長は

14~26mmで, 消化管から出現した餌料生物は全体で11 item であった。消化管から出現した主な餌料生物は, Copepoda, Mysidacea, Gammaridea であった。Copepoda の場合は, 尾叉長14~16mm, 18~19mm, 21~22mm, 25mmサイズで, Mysidacea の場合は尾叉長16~18mm, 20mm, 25mmサイズで, Gammaridea の場合は尾叉長14~17mm, 19~22mm, 25~26mmサイズで摂餌されていた。このように成長による餌料生物の摂餌傾向は認められず, 各サイズとも Copepoda, Mysidacea, Gammaridea を主に摂餌していたが, その摂餌割合は各サイズによって様々であった。

2) 摂餌率

1981~84年の摂餌率を Table. 4~7 に示す。

1981年の平均摂餌率は95.1%で非常に高い。摂餌率が100%以外のサイズは, 供試尾叉長15~34mmのうち23, 25mmの2つのサイズ区分だけであった。

1982年の平均摂餌率は90.1%で1981年より若干低い。摂餌率が100%以外のサイズは, 供試尾叉長12~26mmのうち12, 13, 15の3つのサイズ区分であった。

1983年の平均摂餌率は98.3%で, 1981~84年の4年間のうちで最も高い。摂餌率が100%以外のサイズは, 供試尾叉長11~20mmのうち14mmサイズのみであった。

1984年の平均摂餌率は97.6%で非常に高い。摂餌率が100%以外のサイズは, 尾叉長16mmのみで1983年同様であった。

3) 消化管内餌生物の item 数及び摂餌個体数

1981年は、消化管内で出現した item 数は平均1.4, 最大4, 最小0, 1尾当たり摂餌個体数は平均7.0, 最大40, 最小0であった。

1982年は、消化管内で出現した item 数は平均1.8, 最大5, 最小0, 1尾当たり摂餌個体数は平均13.7, 最大141 (FL22.2mm), 最小0であった。

1983年は、消化管内で出現した item 数は平均2.2, 最大5, 最小0, 1尾当たり摂餌個体数は平均8.6, 最大27, 最小0であった。

1984年は、消化管内で出現した item 数は平均1.6, 最大4, 最小0, 1尾当たり摂餌個体数は平均10.2, 最大171 (FL25.4mm), 最小0であった。

4) 全長別の最大摂餌個体数

1981~84年の全長別最大摂餌個体数の変化を Fig. 7 に示す。

1981年の1尾当たり最大摂餌個体数は、成長とともに増減を繰り返し尾叉長23mmで最大40個体 (Copepoda22個体, Mysidacea16個体, Gammaridea 2個体)を示した。しかしその後は減少傾向であった。

1982年の1尾当たり最大摂餌個体数は、成長とともに徐々に増加していき尾叉長22mmで最大141個体を示した。なお、141個体の内訳は Copepoda135個体, Gammaridea 5個体, Caprellidea1個体で Copepoda が非常に多かった。また、尾叉長23mm以降は急減した。

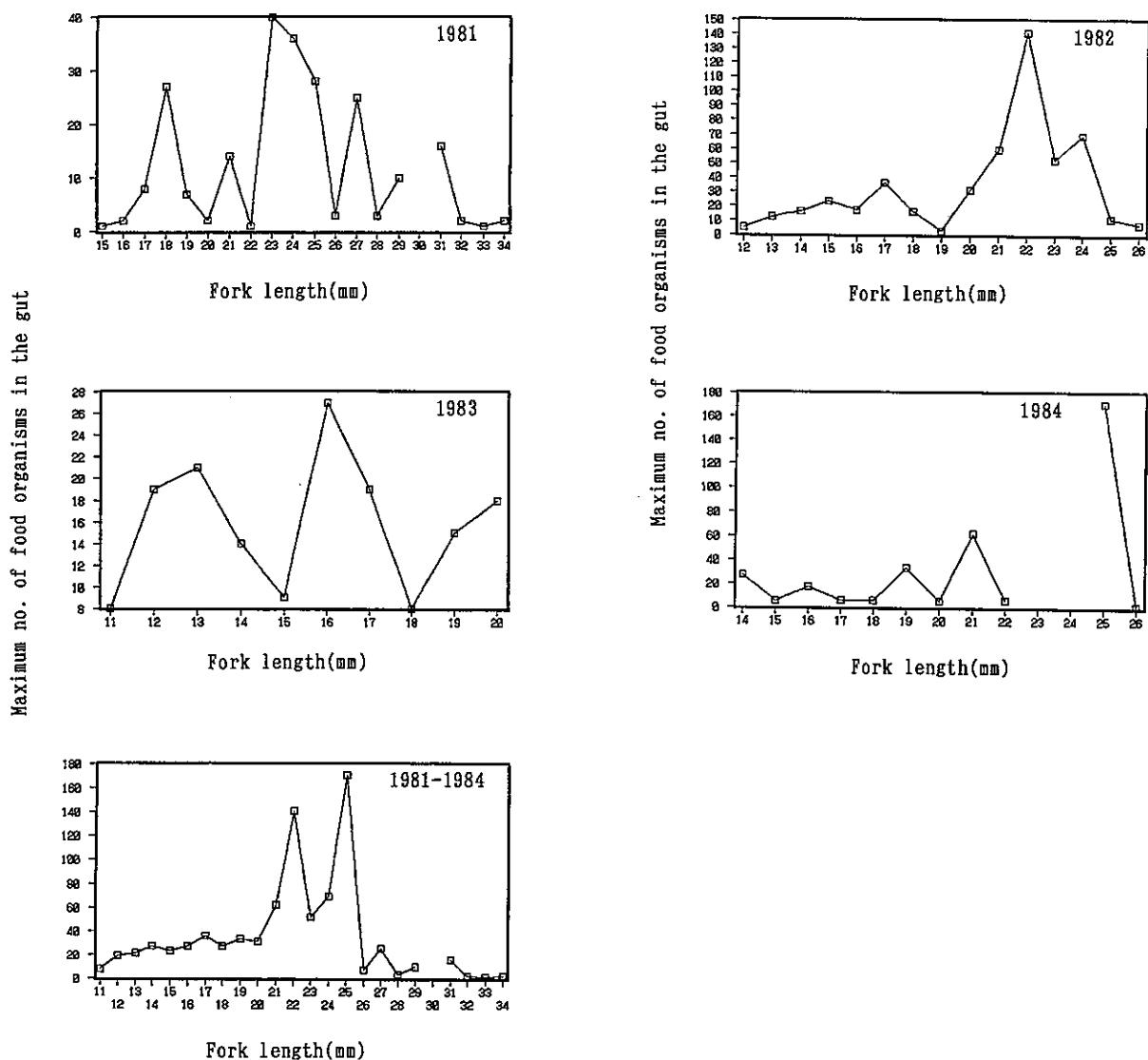


Fig. 7. Maximum number of food organisms in the gut of juveniles red sea bream (≥11mm) related to the total length in 1981-84.

1983年の1尾当たり最大摂餌個体数は、成長とともに増減を繰り返しながら推移し、最大は尾叉長16mmでの27個体(Copepoda1個体, Mysidacea25個体, Polychaeta1個体)であった。

1984年の1尾当たり最大摂餌個体数は、成長とともに増減を繰り返しながら推移し、最大は尾叉長25mmでの171個体(Copepoda165個体, Gammaridea 3個体, Caprellidea 3個体)でCopepodaの数がかなり多かった。

1981~1984年の1尾当たり最大摂餌個体数をみると、尾叉長20mmまでは40個体以下であったが、その後急激に増加し尾叉長25mmでピークに達し、その個体数は171個

体(Copepoda165個体, Gammaridea 3個体, Caprellidea 3個体)となった。また、尾叉長26mm以降は急減し1尾当たり最大摂餌個体数は、25~1個体と低位水準で推移した。

5) 消化管内餌生物数

(1) 全餌生物

1981~84年の1尾当たり消化管内餌生物数の変化をFig. 8に示す。

1981年の消化管内餌生物数は、成長とともに増加傾向を示し、尾叉長23mmで最大40個体(Copepoda22個体, Mysidacea16個体, Gammaridea 2個体)を示した後、減少傾向に転じた。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上

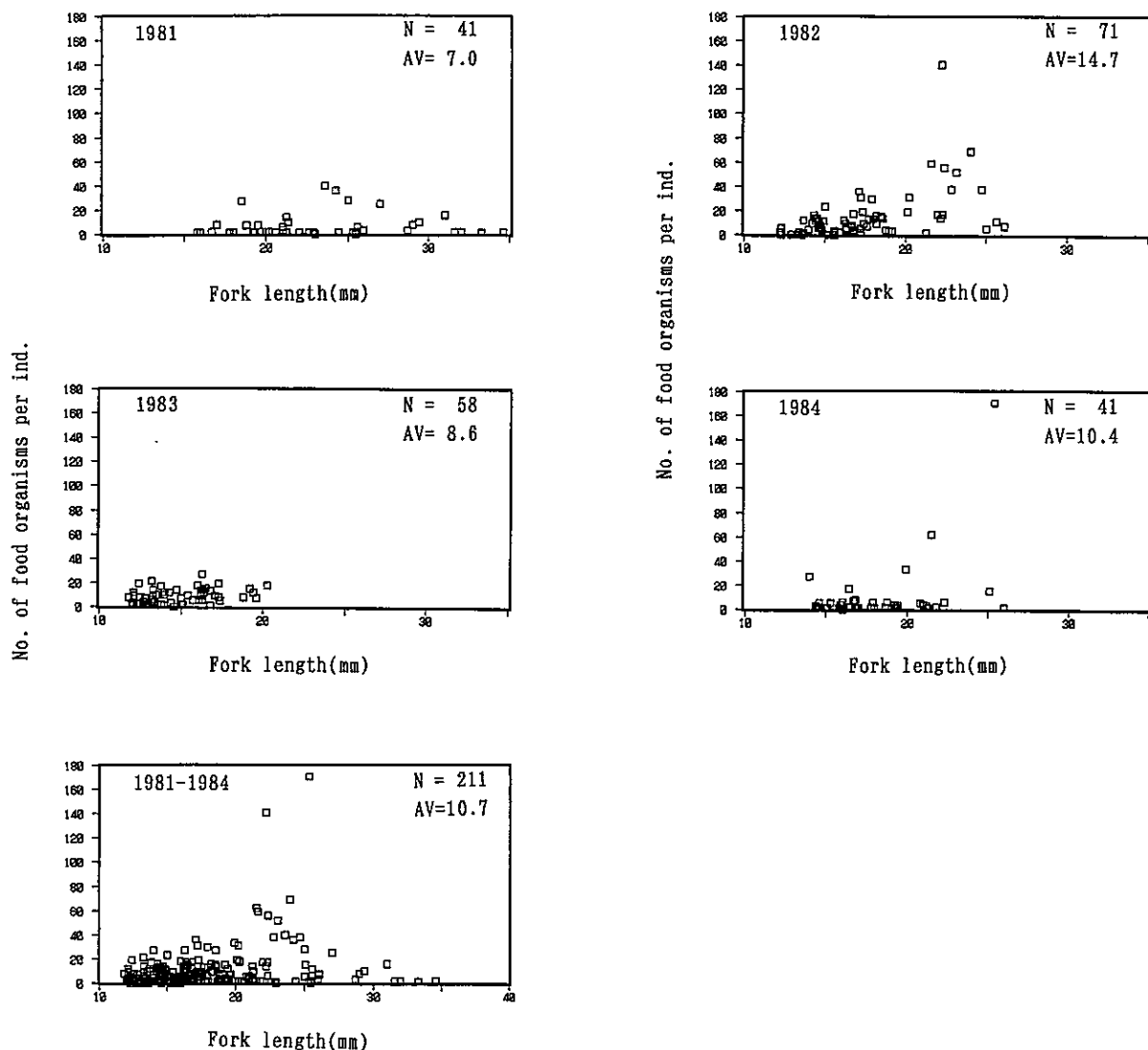


Fig. 8. Change of number of all food organisms per individual in gut with juveniles growth (≥ 11 mm) in red sea bream in 1981-84.

の幼稚魚数は、供試個体41個体のうち5個体でその割合は12.2%と低い割合であった。

1982年の消化管内餌生物数は、成長に伴い増加傾向で推移し、尾叉長22mmで最大141個体 (Copepoda135個体, Gammaridea 5個体, Caprellidea 1個体) を示した。その後は急激に減少した。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚数は、供試個体71個体のうち12個体でその割合は16.9%と低い割合であったが、1981年に比べるとやや高い傾向を示した。また、尾叉長20mmまでで1尾当たり摂餌個体数が10個体以上を示すのは、1982年が55個体のうち19個体(34.5%)、1981年が11個体のうち1個体(9.1%)で、1982年が高い割合を示している。

1983年の消化管内餌生物数は、成長に伴う増加傾向を示さず、供試サイズ(尾叉長11-20mmサイズ)の範囲では、1尾当たり摂餌個体数が20個体以上を示すのは58個体のうち2個体(3.4%)のみで他の年に比べかなり低い値であった。

1984年の消化管内餌生物数は、成長とともに増加傾向で推移し、尾叉長25mmで最大171個体 (Copepoda165個体, Gammaridea 3個体, Caprellidea 3個体) を示した。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚数は、供試個体41個体のうち4個体でその割合は9.8%と低い割合であった。この割合は1983年に比べると高い割合であったが、1981年、1982年と比較すると低い割合であっ

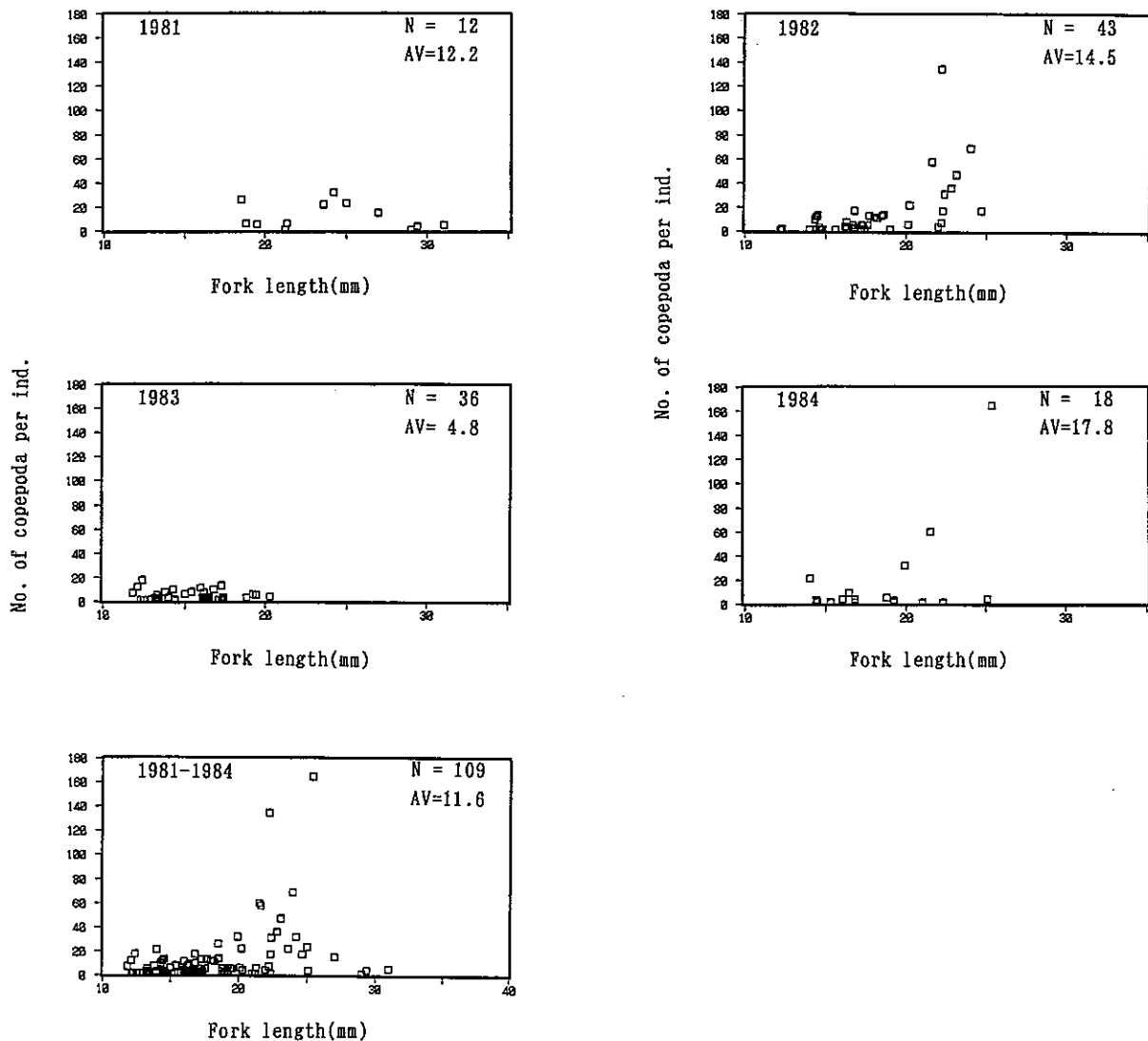


Fig. 9. Change of number of copepoda per individual in gut with juveniles growth (≥ 11 mm) in red sea bream in 1981-84.

た。

1981~84年の4年間における消化管内餌生物数は、成長とともに増加傾向を示し、特に多かった尾叉長22mmでの141個体、尾叉長25mmでの171個体を除くと、24mmサイズで最大69個体を示し、その後は減少傾向で推移した。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚は、供試個体203個体のうち23個体でその割合は11.3%と低い割合であった。すなわち1尾当たりの摂餌個体数が20個体未満の個体は88.7%を占め、その1尾当たりの平均摂餌個体数は10.7個体であった。

(2) Copepoda

1981~84年の1尾当たり消化管内 Copepoda 数の変

化を Fig. 9 に示す。

1981年は、供試個体数41尾のうち Copepoda を摂餌していた個体数は12尾 (29.3%) であった。12尾の幼稚魚が摂餌していた Copepoda の総数は146個体、1尾当たり平均摂餌数は12.2、最大32、最小1個体であった。

1982年は、供試個体数71尾のうち Copepoda を摂餌していた個体数は43尾 (60.6%) であった。43尾の幼稚魚が摂餌していた Copepoda の総数は622個体、1尾当たり平均摂餌数は14.5、最大135 (FL22.2mm)、最小1個体であった。

1983年は、供試個体数58尾のうち Copepoda を摂餌していた個体数は36尾 (62.1%) であった。36尾の幼稚魚

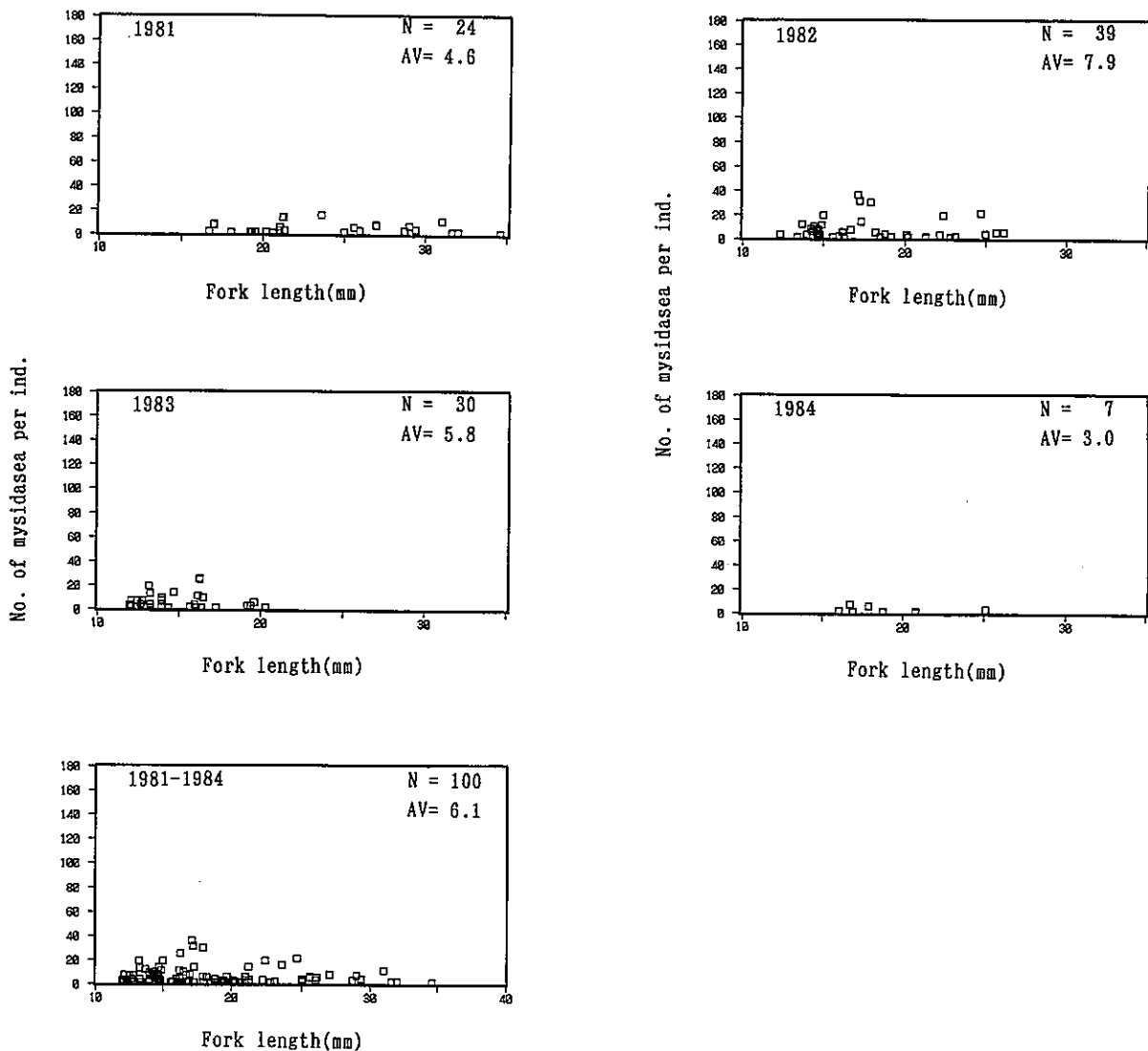


Fig. 10. Change of number of mysidasea per individual in gut with juveniles growth (≥ 11 mm) in red sea bream in 1981-84.

が摂餌していた Copepoda の総数は173個体、1尾当たり平均摂餌数は4.8、最大18、最小1個体であった。

1984年は、供試個体数41尾のうち Copepoda を摂餌していた個体数は18尾 (43.9%) であった。18尾の幼稚魚が摂餌していた Copepoda の総数は320個体、1尾当たり平均摂餌数は17.8、最大165 (FL25.4mm)、最小1個体であった。

1981~84年の4年間における消化管内餌生物数は、成長とともに増加し、尾叉長22mmでの135個体、尾叉長25mmでの165個体を除くと、24mmサイズで最大69個体を示したが、その後は減少傾向で推移した。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚数は、供試個体109個体のう

ち15個体でその割合は13.7%と低い割合であった。すなわち1尾当たりの摂餌個体数が20個体未満の個体は86.3%と高い割合を示し、その1尾当たりの平均摂餌個体数は11.6個体であった。

(3) Mysidasea

1981~84年の1尾当たり消化管内 Mysidasea 数の変化を Fig. 10に示す。

1981年は、供試個体数41尾のうち Mysidasea を摂餌していた個体数は24尾 (58.5%) であった。24尾の幼稚魚が摂餌していた Mysidasea の総数は110個体、1尾当たり平均摂餌数は4.6、最大16 (FL23.6mm)、最小1個体であった。

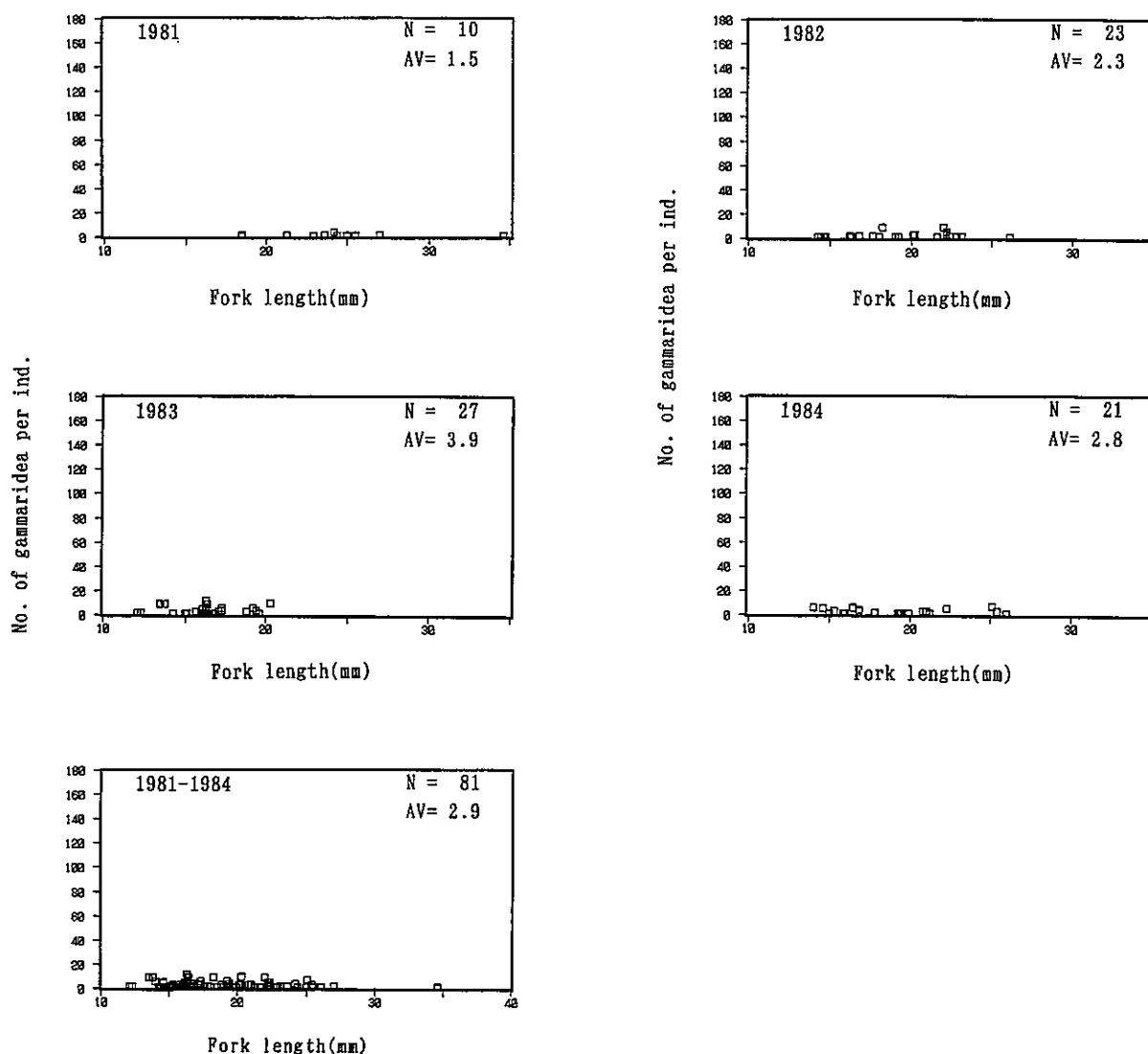


Fig. 11. Change of number of gammaridea per individual in gut with juveniles growth (≥ 11 mm) in red sea bream in 1981-84.

1982年は、供試個体数71尾のうち Mysidasea を摂餌していた個体数は39尾 (54.9%) であった。39尾の幼稚魚が摂餌していた Mysidasea の総数は308個体、1尾当たり平均摂餌数は7.9、最大36 (FL17.1mm)、最小1個体であった。

1983年は、供試個体数58尾のうち Mysidasea を摂餌していた個体数は30尾 (51.7%) であった。30尾の幼稚魚が摂餌していた Mysidasea の総数は173個体、1尾当たり平均摂餌数は5.8、最大25 (FL16.3mm)、最小1個体であった。

1984年は、供試個体数41尾のうち Mysidasea を摂餌していた個体数は7尾 (17.1%) であった。7尾の幼稚魚が摂餌していた Mysidasea の総数は21個体、1尾当たり平均摂餌数は3.0、最大7 (FL16.7mm)、最小1個体であった。

1981~84年の4年間における消化管内餌生物数は、成長とともに増加し、17mmサイズで最大36個体を示したが、その後は減少傾向で推移した。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚は、供試個体100個体のうち5個体でその割合は5.0%と低い割合であった。すなわち1尾当たりの摂餌個体数が20個体未満の個体は95.0%と高い割合を示し、その1尾当たりの平均摂餌個体数は6.1個体であった。

(4) Gammaridea

1981~84年の1尾当たり消化管内 Gammaridea 数の変化を Fig. 11に示す。

1981年は、供試個体数41尾のうち Gammaridea を摂餌していた個体数は10尾 (24.4%) であった。10尾の幼稚魚が摂餌していた Gammaridea の総数は15個体、1尾当たり平均摂餌数は1.5、最大4 (FL24.2mm)、最小1個体であった。

1982年は、供試個体数71尾のうち Gammaridea を摂餌していた個体数は23尾 (32.4%) であった。23尾の幼稚魚が摂餌していた Gammaridea の総数は54個体、1尾当たり平均摂餌数は2.3、最大9 (FL22.0mm)、最小1個体であった。

1983年は、供試個体数58尾のうち Gammaridea を摂餌していた個体数は27尾 (46.6%) であった。27尾の幼稚魚が摂餌していた Gammaridea の総数は106個体、1尾当たり平均摂餌数は3.9、最大12 (FL16.3mm)、最小1個体であった。

1984年は、供試個体数41尾のうち Gammaridea を摂餌していた個体数は21尾 (51.2%) であった。21尾の幼

稚魚が摂餌していた Gammaridea の総数は58個体、1尾当たり平均摂餌数は2.8、最大7 (FL25.1mm)、最小1個体であった。

1981~84年の4年間における消化管内餌生物数は、成長に伴う増減傾向を示さず、1尾当たり最大摂餌個体数は尾叉長16mmサイズでの12個体であった。1尾当たり摂餌個体数が20個体以上の幼稚魚は、供試個体81個体のうちにはみられなかった。1尾当たりの摂餌個体数が5個体以下の個体は85.2%、10個体以下の個体は98.8%と非常に高い割合を示し、その1尾当たりの平均摂餌個体数は2.9個体であった。

6) 消化管内餌生物の体長

(1) 全餌生物

1981~84年の消化管内全餌生物の体長変化を Fig. 12に示す。

1981~84年における消化管内餌生物のサイズ (体長) を測定した幼稚魚数は144尾、144尾の消化管内にみられた餌生物で、体長を測定した餌生物数は638個体であった。

144尾の消化管内にみられた餌生物で、体長を測定した餌生物数638個体について体長別の出現頻度をみると0~ \leq 1mmで54.5%、1<~ \leq 2mmで32.0%、2<~ \leq 3mmで6.6%、3<~ \leq 4mmで2.4%、4<~ \leq 5mmで0.8%、5<~ \leq 6mmで0.9%、6<~ \leq 7mmで1.3%、7<~ \leq 8mmで0.9%、8<~ \leq 9mmで0.6%であり、体長2mm以下の餌生物が86.5%とかなりの部分を占めている。

消化管内餌生物の最大サイズ (体長) は、尾叉長11mmで2.9mm、12mmで2.2mm、13mmで2.8mm、14mmで3.7mm、15mmで1.8mm、16mmで3.7mm、17mmで5.4mm、18mmで3.3mm、19mmで7.8mm、20mmで9.0mm、21mmで7.0mm、22mmで3.1mm、23mmで2.6mm、24mmで2.3mm、25mmで7.0mm、26mmで8.5mm、27mmで2.0mm、28mmで7.0mm、29mmで8.3mm、31mmで7.5mm、33mmで0.7mm、34mmで1.2mmとなっており、尾叉長11~21mmまではマダイ幼稚魚の成長とともに急激に増加する傾向を示したが、尾叉長22mm以降については7~8mm台で推移した。

消化管内餌生物の平均サイズ (体長) は、尾叉長11mmで1.2mm、12mmで1.1mm、13mmで1.1mm、14mmで1.3mm、15mmで0.9mm、16mmで1.1mm、17mmで1.4mm、18mmで1.3mm、19mmで1.9mm、20mmで1.6mm、21mmで1.4mm、22mmで0.9mm、23mmで1.0mm、24mmで0.9mm、25mmで2.0mm、26mmで6.0mm、27mmで1.3mm、28mmで6.3mm、29mmで4.0mm、31mmで4.9

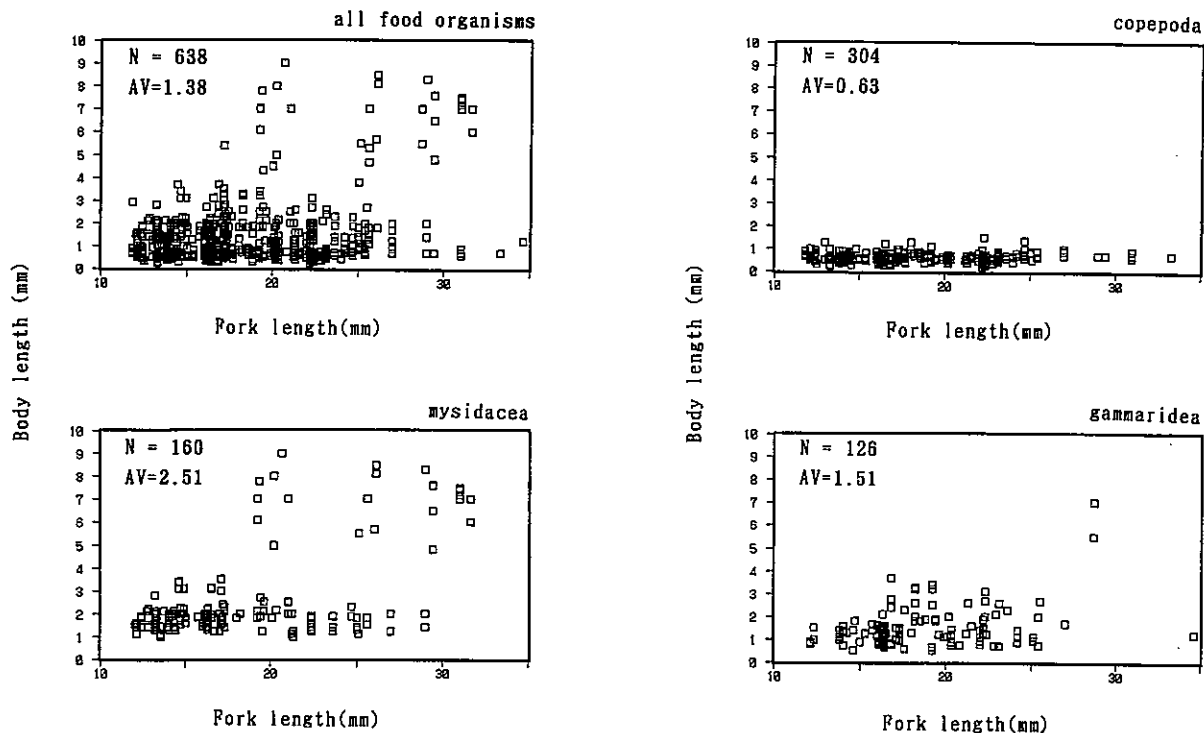


Fig. 12. Change of body length of all food organisms, copepoda, mysidacea and gammaridea in gut with juveniles growth in red sea bream in 1981-84.

mm, 33mmで0.7mm, 34mmで1.2mmを示しており, 尾叉長11~25mmの幼稚魚では, その餌生物の平均サイズは0.9~2.0mmと小さかった。26mm以降では尾叉長によって平均サイズが小さい場合もあったが, 全体的にみると平均サイズは4~6mmの範囲であった。

消化管内餌生物の最小サイズ(体長)は, 尾叉長11mmで0.7mm, 12mmで0.4mm, 13mmで0.2mm, 14mmで0.3mm, 15mmで0.5mm, 16mmで0.3mm, 17mmで0.4mm, 18mmで0.3mm, 19mmで0.4mm, 20mmで0.4mm, 21mmで0.4mm, 22mmで0.2mm, 23mmで0.5mm, 24mmで0.5mm, 25mmで0.6mm, 26mmで1.8mm, 27mmで0.7mm, 28mmで5.5mm, 29mmで0.7mm, 31mmで0.6mm, 33mmで0.7mm, 34mmで1.2mmを示しており, 最小サイズは, 殆どの尾叉長範囲で0.2~0.7mmであった。

(2) Copepoda

1981~84年の消化管内 Copepoda の体長変化を Fig. 12に示す。

1981~84年における消化管内餌生物の一つである Copepoda の体長を測定した幼稚魚数は87尾, 87尾の消化管内にみられた Copepoda で体長を測定した Copepoda 数は304個体であった。

体長を測定した餌生物数304個体について体長別の出

現頻度をみると0.4<~≤0.8mmで76.7%, ≤1mmで98.1%と体長1mm以下の餌生物が殆どの部分を占めており, 幼稚魚の成長に伴う Copepoda のサイズの変化は認められなかった。

(3) Mysidacea

1981~84年の消化管内 Mysidacea の体長変化を Fig. 12に示す。

1981~84年における消化管内餌生物の一つである Mysidacea の体長を測定した幼稚魚数は68尾, 68尾の消化管内にみられた Mysidacea で体長を測定した Mysidacea 数は160個体であった。

体長を測定した餌生物数160個体について体長別の出現頻度をみると1.0<~≤2.0mmで67.5%, ≤3.0mmで82.5%と体長3mm以下の餌生物が殆どの部分を占めている。

幼稚魚の成長に伴う消化管内 Mysidacea サイズは, 成長とともに増加していくが, 尾叉長19mm以降では体長1~3mmと5~9mmの Mysidacea を摂餌するようになる。

消化管内の Mysidacea の最大サイズ(体長)は, 幼稚魚の尾叉長18mmまでは1.8~3.5mmと小さいサイズであ

ったが、その後急激に大きくなっていき、大きいものは7.0~9.0mmの範囲内で変動した。

(4) Gammaridea

1981~84年の消化管内 Gammaridea の体長変化を Fig. 12に示す。

1981~84年における消化管内餌生物の一つである Gammaridea の体長を測定した幼稚魚数は59尾、59尾の消化管内にみられた Gammaridea で体長を測定した Gammaridea 数は126個体であった。

体長を測定した餌生物数126個体について体長別の出現頻度をみると0.5<~≤1.0mmで29.4%, 1.0<~≤1.5mmで39.7%, 1.5<~≤2.0mmで14.3%を占めていた。2.0mm以下を集計すると84.2%となり体長2.0mm以下の餌生物で殆どの部分が占められていた。

幼稚魚の成長に伴う消化管内の Gammaridea サイズは、成長とともに増加していくが、尾叉長16mmで最大3.7mmの餌を摂餌していた。それ以降は最大でも体長3mmサイズの餌を摂餌している程度で安定しており、餌サイズの増大はみられていない。また、消化管内の Gammaridea の平均サイズは、尾叉長28mmを除くと1.0~2.2mmの範囲内で変動しており安定していた。

考 察

マガイの浮遊生活期から着底期への移行期及び着底初期の摂餌生態について合わせて論じた研究は、天然海域においてはTANAKA¹¹⁾、福原¹⁸⁾が若干報告しているのみで、他には大野¹⁷⁾が日本栽培漁業協会百島実験池で行ったマガイの粗放的種苗生産に関する研究がある程度である。

今回稚魚ネットで採集された全長10~14mmのマガイ稚魚と小型底曳網、ごち網で採集された着底初期のうち尾叉長11~14mmのマガイ稚魚の消化管内容物を比較検討した結果、その消化管内容物組成等に明瞭な違いが認められた。

稚魚ネットで採集し試験に供したマガイの稚魚は、全長10~14mmサイズの29尾で、小型底曳網、ごち網で採集し試験に供した尾叉長11~14mmサイズの稚魚は58尾であった。稚魚ネットで採集された稚魚の消化管からは、Copepoda nauplius, Podon, Evadne, Macrurans, Oikopleura 等が多く出現したが、その割合は各餌生物ともそれ程高くなかった。一方小型底曳網、ごち網で採集された稚魚の消化管からは Copepoda, Mysidacea,

Gammaridea が多く出現し、この3種類の餌生物でかなりの割合を示した。なお、稚魚ネットで採集された稚魚の消化管からは Copepoda, Gammaridea も出現したが、その割合は低かった。

摂餌率は、稚魚ネットで採集された稚魚の場合、77.8~100%, 平均89.7%, 小型底曳網、ごち網で採集された尾叉長11~14mmの稚魚の場合、86.7~100%, 平均91.4%で両者の間にはあまり差がみられない。

消化管内餌生物の item 及び摂餌個体数は、稚魚ネットで採集された稚魚の場合、それぞれ0~6 (平均2.0), 0~19 (平均5.1) で、平均 item 数が少ないにもかかわらず平均摂餌個体数は高い割合を示した。一方小型底曳網、ごち網で採集された尾叉長11~14mmの稚魚の場合、それぞれ0~5 (平均1.6), 0~27 (平均6.8) となり、平均 item 数は少ないが平均摂餌個体数は多かった。また、稚魚ネットで採集された稚魚に比べ、平均 item 数は若干少なかったが、平均摂餌個体数は逆に多くなっていた。

1尾当たりの最大摂餌個体数は、稚魚ネットで採集された稚魚の場合、全長10mmで18個体、11mmで13個体、12mmで19個体、13mmで4個体、14mmで1個体を示し、全長10~12mmの間では13~19個体の範囲にあり安定していたが、13~14mmでは激減した。一方小型底曳網、ごち網で採集された尾叉長11~14mmの稚魚の場合、全長11mmで8個体、12mmで19個体、13mmで21個体、14mmで27個体と成長とともに漸増傾向を示し、稚魚ネットの場合と全く逆の傾向を示した。

マガイ稚魚の消化管内餌生物の平均体長、最大体長、最小体長は、稚魚ネットで採集された稚魚の場合、それぞれ0.76mm, 4.85mm, 0.03mm, 小型底曳網、ごち網で採集された尾叉長11~14mmの稚魚の場合、それぞれ1.19mm, 3.7mm, 0.23mmであり、小型底曳網、ごち網で採集された稚魚の方が、消化管内餌生物の平均体長、最小体長が大きくなっている。

以上のように稚魚ネットで採集された稚魚と小型底曳網、ごち網で採集された稚魚の消化管内容物を比較検討すると、その組成、摂餌個体数、餌生物のサイズに明らかに差が認められた。即ち小型底曳網、ごち網で採集された稚魚の消化管内容物は、主に Copepoda, Mysidacea, Gammaridea の3種で、摂餌個体数も多く、餌生物のサイズも大きかった。これは同じサイズの稚魚であっても稚魚ネットで採集された稚魚と小型底曳網、ごち網で採集された稚魚とでは、摂餌生態が違い、またその生

息分布層も違っているということを反映しているものと思われる。つまり同じサイズの稚魚でも浮遊生活期を送っている稚魚と既に着底期に入っている稚魚が存在していることが認められたことになる。

野口⁷⁾は、稚魚ネットで採集された最大個体と小型底曳網、ごち網で採集された最小個体から浮遊生活を終えて底生生活へと移行し着底生活にはいるサイズを全長12~15mmと推定している。また、田中¹²⁾は、浮遊生活を送っている稚魚を浮遊稚魚と呼び、浮上と沈下を繰り返しながら好適な着底場所を捜しており、着底サイズは全長12~15mmとしている。また、福原¹³⁾は、着底後そのまま底生生活に移行する場合としばらくの間は浮遊的性質持ち合わせながら底生生活に移行する場合の二つの考えがあることを述べている。これらのことは今回の稚魚ネットと小型底曳網、ごち網で採集された稚魚の摂餌生態に関する研究からも実証されたことになる。

TANAKA¹¹⁾は、浮遊期のマダイで全長6mm以下のものは、Copepoda naupliusを主に摂餌しているが、それ以降のものは、主にCopepodites, Appendiculariansを摂餌し、また着底期のマダイ幼稚魚の消化管からは、Copepoda, Gammaridea, Mysidacea, Fish egg, Polychaeta, Sagittoideaが見い出されるが、特に着底初期にはCopepodaが数多く摂餌されていると報告している。また、多くの食性調査でも着底初期のマダイにとってCopepoda, Gammarideaが重要な餌生物となっていることが指摘されている(福原¹³⁾)。今回の研究では、全長10mm以降の浮遊稚魚の消化管内餌生物としては、Copepodaはそれ程重要ではなく、また尾叉長11~14mmの着底初期稚魚の消化管内容物としてはCopepoda, Mysidacea, Gammarideaが主な餌生物となっており、TANAKA¹¹⁾、福原¹³⁾の報告と違った結果となっている。これは調査海域の環境特性なのかその時の餌料生物の発生量の多寡によるのか不明であり、今後更に調査研究していく必要があるものと思われる。

大野¹⁷⁾は、全長6mm以下ではCalanoidaのnauplius、全長6~12mmではCalanoidaのcopepodite、全長12mm以上ではGammarideaを摂餌していたことから、マダイ仔稚魚は全長10~12mmで底生性餌生物を摂餌する底生生活への移行を開始したと報告している。野口⁷⁾、田中¹²⁾は、浮遊生活を終えて底生生活へと移行し着底生活にはいるサイズを全長12~15mmと推定している。大野¹⁷⁾の場合は、研究対象地が平均水深1.2m(最深部2.4m)の廃止塩田跡地に造成された素堀池であり、水深が浅く、

発生する餌料生物も天然海域に比べて多く、海底に接する機会も多いことがその原因としている。一方唐津湾及び周辺海域での着底場所は30m以浅、特に20m以浅に形成され、浮遊生活期仔稚魚の分布域である水深30m以深とはかなりその分布の中心にズレを生じている。着底場所が水深20mもあれば、稚魚が摂餌のために餌生物を浮遊性から底生性へと変え、底生生活期へ容易に移行することは非常に難しいものと思われる。このことが大野¹⁷⁾に比べて着底生活にはいるサイズが大きくなっている原因の一つと思われる。

文 献

- 1) 田中 克 (1979) : マダイ稚魚の浮遊生活から底生生活への移行過程. 水産土木, 16, 47-57.
- 2) 田中 克 (1980) : 志々伎湾におけるマダイ仔稚魚の生態に関する研究-I 浮遊生活期仔稚魚の水平分布. 西水研研報, 54, 231-258.
- 3) 田中 克 (1980) 海産仔魚の摂餌と生残 I 天然海域における食性. 海洋と生物, 11, 440-447.
- 4) 森慶一郎(1980) : 油谷湾における浮遊期、底生生活初期のマダイの生態. 西水研研報, 54, 59-78.
- 5) 田中 克 (1983) : 志々伎湾におけるマダイ仔稚魚の生態に関する研究-II 浮遊生活期仔稚魚の垂直分布の一例. 西水研研報, 59, 33-45.
- 6) 鈴木重喜・桑原昭彦 (1983) : 若狭湾西部海域におけるマダイ仔稚魚の鉛直分布と食性. 水産海洋研究会報, 42, 10-16.
- 7) 野口弘三 (1983) : 唐津湾における浮遊生活期マダイ仔稚魚の生態および底生生活への移行、着底過程について. 西海区ブロック浅海開発会議魚類研究会報, 1, 23-35.
- 8) 野口弘三・平野哲美 (1984) : 唐津湾における浮遊生活期および底生生活初期のマダイの生態. 西海区ブロック浅海開発会議魚類研究会報, 2, 11-22.
- 9) 野口弘三・谷 雄策 (1985) : 唐津湾における浮遊生活期マダイ仔稚魚の食性の一例. 西海区ブロック浅海開発会議魚類研究会報, 3, 27-31.
- 10) 桑原昭彦 (1985) : 仔魚の食性. 「海産魚類の初期生活史」. 海洋と生物, 37, 87-93.
- 11) TANAKA, M. (1985) : Factors affecting the inshore migration of pelagic larval and demer-

- sal juvenile red sea bream *Pagrus major* to a nursery ground. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **114**, 471-477.
- 12) 田中 克 (1986) : 稚仔魚の生態. 「マダいの資源培養技術」(田中 克・松宮義晴編), 水産学シリーズ**59**, 恒星社厚生閣, 東京, 59-74.
- 13) 代田昭彦 (1970) : 魚類稚仔期の口径に関する研究. *日本水産学会誌*, **36**, 353-368.
- 14) 畔田正格・池本麗子・東 幹夫 (1980) : 志々伎湾における底生生活期マダイ当歳魚の分布と成長. *西水研報*, **54**, 259-278.
- 15) 木曾克裕 (1980) : 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態-I 成長に伴う餌料の変化とその変動. *西水研報*, **54**, 291-306.
- 16) 大森迪夫 (1980) : 油谷湾におけるマダイ当歳魚の食性. *西水研報*, **54**, 93-109.
- 17) 大野 淳 (1992) : マダいの粗放的種苗生産に関する研究. 特別研究報告 2号, 日本栽培漁業協会, 1-110.
- 18) 福原 修(1991) : ベントスとマダイ. *日本海区水産試験研究連絡ニュース*, No. **358**, 1-4.
- 19) 福原 修 (1984) : 海産魚類の初期生活史 マダイ仔稚魚期の器官形成と生態の関係. *海洋と生物*, **32**, 184-190.