

## 筑後川河口域におけるカイアシ類群集とスズキ仔稚魚の摂餌\*1

日比野学, 上田拓史, 田中 克

(1999年1月5日受付)

Feeding Habits of Japanese Temperate Bass and Copepod Community  
in the Chikugo River Estuary, Ariake Sea, Japan

Manabu Hibino,\*2 Hiroshi Ueda,\*3 and Masaru Tanaka\*2

The early life history of the Japanese temperate bass *Lateolabrax japonicus* in the Chikugo River estuary is characterized by a habitat shift toward lower salinity environments with larval growth. To clarify the ecological background of this ascending migration, feeding habits of the bass and distribution of prey copepods were investigated in March and April of 1997. Dominant copepods present in the environment and those preyed on by fish varied greatly with the salinity of the water. The bass preyed exclusively on cyclopoid copepods (mainly *Cyclops vicinus*) in the fresh-water region, and on a brackish-water calanoid *Sinocalanus sinensis* in the region of low salinities (0.1 to ca. 15). In the areas of salinities higher than 13.8, it preyed on common coastal copepods (*Oithona davisae*, *Paracalanus parvus* s.l. etc.). Surveys on zooplankton distribution revealed that *S. sinensis* was extremely abundant in the low salinity region, while the copepod density was much lower in high salinity and fresh-water regions, in spring. We concluded that the utilization of *S. sinensis* is one of the ecological key factors directly involved in the growth and survival of the Japanese temperate bass larvae and early juveniles which migrate toward the low salinity zone of the Chikugo River estuary.

キーワード：スズキ, 仔稚魚, 筑後川, 食性, カイアシ類, *Sinocalanus sinensis*

広塩性海産魚類の一種であるスズキ *Lateolabrax japonicus* (Cuvier) は、北海道南部以南の日本各地の沿岸に分布し、沿岸漁業における重要魚種の1つである。有明海におけるスズキの初期生活史に関する研究は、筑後川河口域を中心に1980年よりこれまで20年間にわたり継続して行われており、仔魚から稚魚への移行に伴い、汽水域から淡水域への移動が見られることなどが知られている。<sup>1-5)</sup> この移動は、特定の発育期に、集団的に上流へ向かう点において、このような明瞭な生息場の移行が見られない他海域<sup>\*4,6-9)</sup>とは性質が異なることが、この間の調査によって示唆されている(田中, 未発表)。

有明海湾奥部に出現するスズキ仔稚魚は形態的に他海域の仔稚魚とは異なることが示されている。<sup>10)</sup> さらに、当海域のスズキは、遺伝的組成においても異質であり、<sup>11)</sup> 中国大陸沿岸や韓国西岸に分布するタイリクスズ

キ *Lateolabrax* sp. と日本産スズキの雑種に起源することが最近明らかにされる<sup>\*5)</sup>など、有明海には固有なスズキ個体群が維持されている可能性が確証されつつある。これらの事実より、有明海産スズキ仔稚魚は河川遡上と関連して、その摂餌生態においても特異性をもつのではないかと推定される。

筑後川河口域におけるスズキ仔稚魚は、汽水性カイアシ類の一種 *Sinocalanus sinensis* を主に摂食していることが報告されている。<sup>3,5)</sup> しかし、広い塩分範囲にわたる仔稚魚の移動過程において摂餌状態がどのように変化するか、それらが多様な塩分域の餌料プランクトン組成とどのように関連しているかなど具体的な知見は報告されていない。当海域においてスズキ仔稚魚の主要な餌と考えられている汽水性カイアシ類 *S. sinensis* は揚子江河口域に分布することが報告されていた種であり、わが国

\*1 本研究の一部は平成10年度日本水産学会秋季大会で発表した。

\*2 京都大学農学研究科応用生物科学専攻 (Division of Applied Biosciences, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa, Kyoto 606-8502, Japan).

\*3 愛媛大学沿岸環境科学研究センター (Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, Bunkyo, Matsuyama, Ehime 790-8577, Japan).

\*4 大美博昭：京都府由良川河口域におけるスズキ (*Lateolabrax japonicus*) の初期生活史。修士論文，京都大学大学院農学研究科，1995。

\*5 中山耕至，西田 睦，田中 克，中坊徹次：1998年度日本魚類学会講演要旨集，p. 26。

周辺海域では Hiromi and Ueda<sup>12)</sup> によって有明海灣奥部の筑後川河口域や牛津川下流域から初めて報告された。

本研究は、これまで具体的資料の提示がないままに既成の事実のように理解されてきた筑後川河口域におけるスズキ仔稚魚の食性、とりわけ *S. sinensis* との関係を環境中のカイアシ類群集と対応させて調べたものである。得られた結果をもとに、当海域におけるスズキ仔稚魚の河川遡上行動の生態的背景に予備的考察を加えた。

### 材料と方法

調査は有明海灣奥部に位置する九州最大の河川である筑後川の下流域および河口域で行った (Fig. 1)。調査定点は、筑後川河口から約 16 km 上流までに 4 点、河口から漣筋に沿って約 10 km 沖合までに 3 点、計 7 点とした (Fig. 1)。各調査は、河川内の定点 (R4~R1) については流心部で、海域の定点 (E1~E3) については漣筋の中央部で行った。調査は大潮にあわせて設定し、1997 年 3 月 10 日、23 日および 4 月 7 日、22 日に行った。調査は常に上流の定点から始め、満潮時刻の約 2 時間前から 4~5 時間で終了した。

**スズキ仔稚魚** 採集には、稚魚ネット (口径 1.3 m, 目合い前半 3.5 m : 1 mm, 後半 1.5 m : 0.33 mm) を用い、船速約 2 ノットで表層を 10 分間曳網した。網口には濾水計を取り付け、各曳網の濾水量を測定した。各

定点とも 2 曳網ずつ行った。採集物のうち、スズキ仔稚魚については可能な限り船上で選別し、残りは後日研究室で選別した。選別したスズキ仔稚魚は、約 10% ホルマリン液または 99% エタノール液で固定・保存した。

採集したスズキ仔稚魚全個体について標準体長を測定した。各定点のエタノール固定サンプルから 20 個体前後、合計 132 個体のスズキ仔稚魚の食道から直腸までを摘出・切開し、内容物の個体数計数と同定を行った。特にカイアシ類については、可能な限り種レベルまで同定し、前体部長を計測した。内容物の乾燥重量は Uye<sup>13)</sup> の回帰式に従い計算した。なお、種組成はすべて個体数の割合で表した。

**カイアシ類** 環境中のカイアシ類の採集は、上記 4 調査日のうち 3 月 23 日と 4 月 7 日に行った。採集には、網口に濾水計を取り付けた簡易動物プランクトンネット (口径 45 cm, 側長約 1 m, 目合い 0.33 mm) を用い、水底近くから表層までの人力による鉛直曳きを行った。採集物は、約 5% ホルマリン液で固定し、後日研究室でカイアシ類を選別した。選別は、採集物を沈殿させた後、上澄みを取り除いて濃縮したものをサンプルとし、よく攪拌したサンプルからサブサンプルをピペットで抽出し、種同定と個体数の計数を行った。個体数は濾水量と抽出量より、1 m<sup>3</sup> 当量に換算した。

各定点での塩分の鉛直分布を明らかにする目的で、北原式採水器による層別採水 (表層, 1 m 深, 3 m 深, 近底層) を行った。水温は船上で測定し、塩分は後日研究室で塩分計を用いて測定した。

### 結 果

**スズキ仔稚魚の出現状況と体長組成** 本研究で採集されたスズキ仔稚魚の総数は 2,620 個体であった。Figure 2 に各採集日におけるその出現状況と体長組成を示した。3 月 10 日では河口部やその上流の定点 R1~R2 に遡上している個体も見られたが、分布の中心は海側定点の E3~E1 にあった。一方、3 月 23 日になると大部分のスズキ仔稚魚は河川下流部の定点 R2~R4 で採集され、海側定点での採集はわずかであった。また、各定点における平均体長は、上流の定点ほど大きい傾向が見られた。各採集日、各定点での採集時の塩分の鉛直分布を Fig. 3 に示す。最上流定点である R4 の塩分は、常に 1 未満であり、採集日によっては 0 であった。湾奥部~河口部~河川感潮域を通して顕著な塩水くさびは観測されず、概ね強混合型の様相を呈した。

**摂餌状態** 海域にスズキ仔稚魚の分布の中心が認められた 3 月 10 日の E3~R1 の標本、河川内で多く採集された 4 月 7 日の R1~R4 の標本および 3 月 23 日に R1

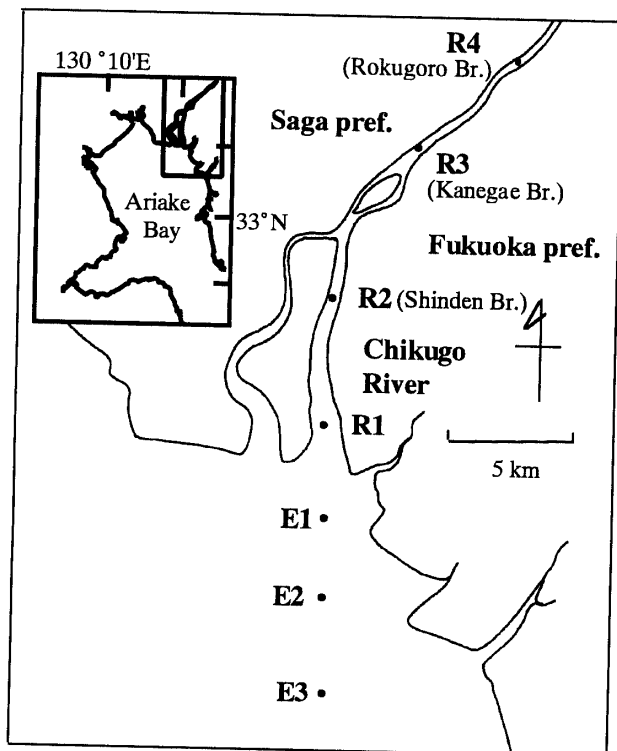


Fig. 1. Map of sampling stations in the Chikugo River estuary.

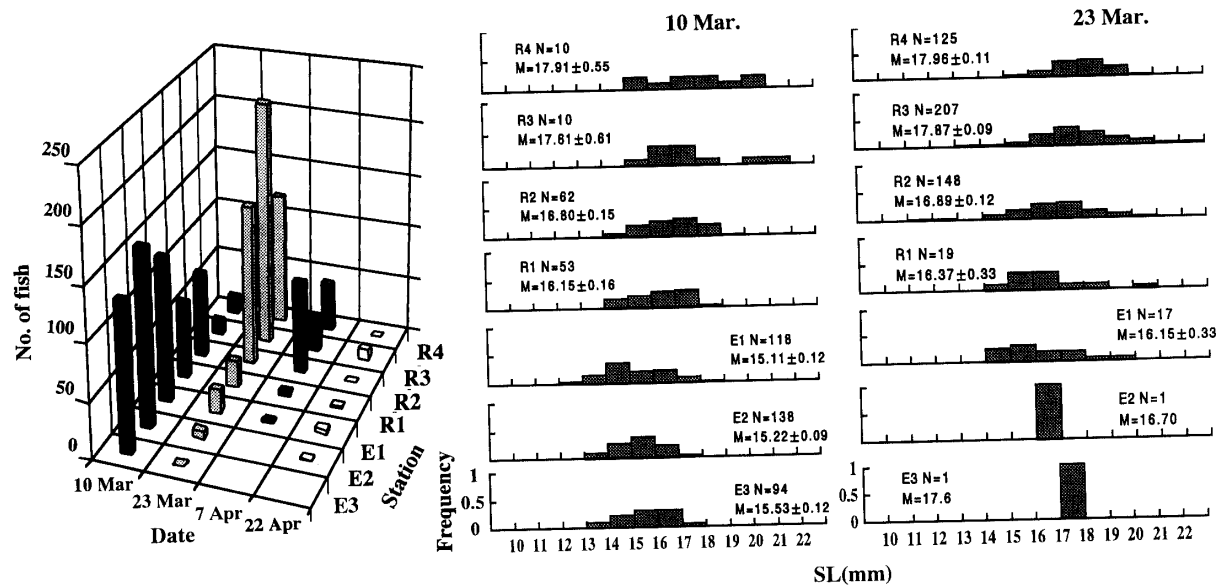


Fig. 2. Abundance of the Japanese temperate bass collected at each station on 10, 23 March and 7, 22 April (Left) and the distribution of its standard length collected at each station on 10 and 23 March, 1997.

N and M represent number of specimens examined and mean length ( $\pm$ SE), respectively.

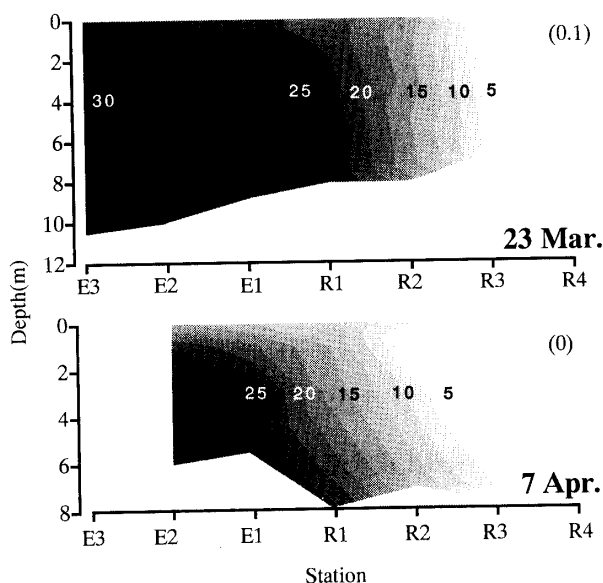


Fig. 3. Vertical profile of salinity on longitudinal axis of the Chikugo River estuary in March and April 1997.

Salinities at St. R4 are shown in parentheses.

で採集された標本を消化管内容物査定に用いた。消化管内容物の種組成を Table 1 に示した。観察した 132 個体すべての消化管内に 1 個体以上の餌生物が認められた。E2 を除く定点では、成体またはコペポデイド期のカイアシ類のみで内容物中の 69.4~93.1% を占めた。R4 (塩分 0) では、淡水性の種である *Cyclops vicinus* が多く見られ、カイアシ類以外の生物としては、枝角類やユスリカ亜科の幼虫がわずかに摂餌されていた。比較

的塩分が低い水域 (R3, R2) では、*Sinocalanus sinensis* が優占し、他の動物群は少なかった。一方、塩分 13.8 以上では、*Oithona davisae* が卓越し、30 以上の海域では、*Paracalanus parvus* s.l. (以下 s.l. は省略) が多く摂餌されていた。E2 では、カイアシ類以外に十脚類のコエビ下目 Caridea と思われる Mysis 幼生が 37.9% と多く見いだされた。

各定点で採集された個体の消化管内容物重量を比較した (Fig. 4)。各定点の試料は Table 1 と同一であるが、R1 については 3 採集日の結果をまとめて示した。河川内では消化管内容物量は R4 と R2 で特に多く、R3 と R1 では少なかった。一方、海域では、E3 で比較的多いものの、E2 と E1 では少なかった。

**環境中のカイアシ類の密度と種組成** 筑後川河口域の各定点における表層塩分とカイアシ類の密度との関係を Fig. 5 に示した (ただし、3 月 23 日の R4 の塩分は 0.1, 4 月 7 日の R4 では 0, R3 では 0.1)。カイアシ類の密度は、塩分 0.1~10 程度の低塩分域において高く、10 以上の水域と淡水域では極端に低いことが分かった。最も高い密度は、4 月 7 日の R3 (塩分 0.1) での 7,790 個体/ $m^3$  であり、逆に同日の R4 (塩分 0) での 30 個体/ $m^3$  が最低密度であった。

環境中のカイアシ類組成は、各塩分域で顕著に異なった (Table 2)。淡水域では Cyclopoida が優占し、中でも *Cyclops vicinus* が多く出現した。塩分 7.2 までの低塩分域では *Sinocalanus sinensis* が最優占し、*Tortanus derjugini* と Cyclopoida spp. もわずかながら出現した。塩分が 15 前後以上の高塩分域では、日本の内湾域に普通

Table 1. Numerical composition of prey organisms in the gut content of the temperate bass collected at each sampling station

Station	R4	R3	R2	R1	R1	R1	E1	E2	E3
Sampling date	7 Apr.	7 Apr.	7 Apr.	7 Apr.	23 Mar.	10 Mar.	10 Mar.	10 Mar.	10 Mar.
Salinity	0	0.1	7.2	13.8	21.7	23.6	29.8	30.2	31.5
No. of fish examined	15	14	20	7	7	9	20	20	20
Range of SL (mm)	18.9-22.0	18.0-23.8	17.3-21.3	15.4-19.2	14.7-18.6	14.5-18.0	13.3-17.7	13.7-17.0	14.0-17.8
Range (mean) of food No./fish	4-83(30.5)	4-32(15.7)	4-187(66.9)	1-74(30.1)	1-54(25.1)	1-40(10.9)	4-43(19.5)	4-45(10.2)	6-44(23.3)
Food items									
Copepoda total	88.8	82.8	93.1	84.0	75.2	88.7	87.6	51.0	69.4
Cyclopoida spp.	85.3	34.6	2.8	1.9	2.3	1.0	0.5		0.4
<i>Sinocalanus sinensis</i>	0.2	45.0	88.7	30.8	4.6	4.1			
<i>Tortanus derjugini</i>	0.2	0.9	0.6	1.0	4.6		0.3		
<i>Oithona davisae</i>			0.6	48.3	46.0	71.4	66.6	26.7	6.9
<i>Acartia omorii</i>			0.1	1.0	16.5	10.2	6.6	6.8	2.6
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>							1.3	2.4	3.9
<i>Paracalanus parvus</i>				1.0	0.6	1.0	9.6	10.7	43.4
<i>Centropages abdominalis</i>							2.4	3.9	9.0
Other Copepoda	3.1	2.3	0.2		0.6	1.0	0.3	0.5	3.2
Others									
Cladocera	3.1	5.9	0.2		0.6		1.3	37.9	9.4
Decapoda mysis									
Mysidacea	0.7								
Amphipoda									
<i>Oikopleura</i> spp.			0.2				0.3		0.2
Fish larva					0.6		0.3		
Chironominae spp.	0.9		0.2						
Unidentified	6.6	11.4	6.5	16.1	23.9	11.2	10.6	11.2	21.0
Total (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

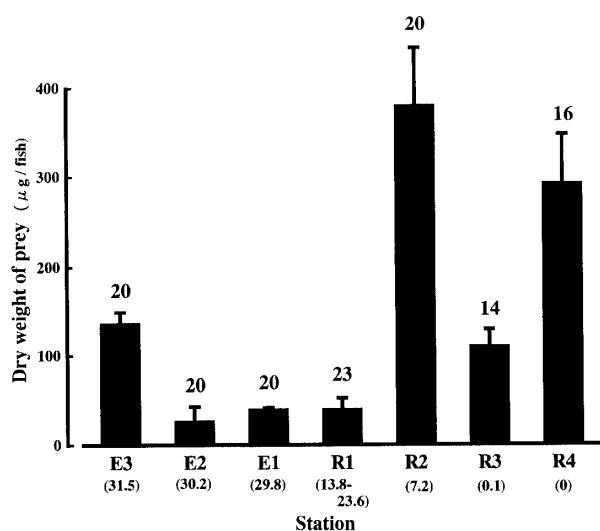


Fig. 4. Dry weight of gut contents of the Japanese temperate bass collected at each station.

Vertical bars indicate SD and values in the parentheses show salinities when fish were collected and values above vertical bars show number of specimens examined.

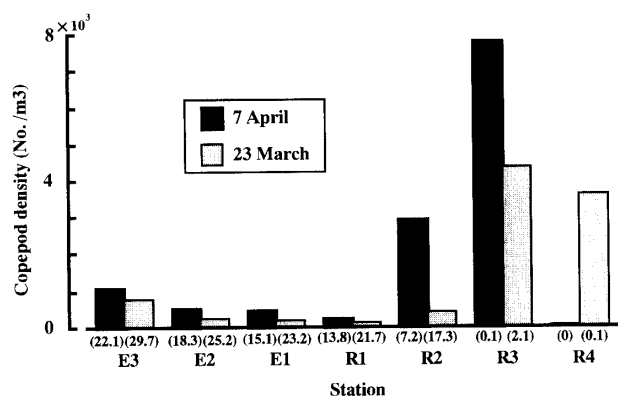


Fig. 5. Copepod density at each station on 23 March and 7 April, 1997.

Values in parentheses show salinities when copepods were collected.

にみられる *Acartia omorii*, *Pseudodiaptomus marinus*, および *Paracalanus parvus* が優占した。

このように本河口域のカイアシ類群集では、環境の塩分によってその優占種が顕著に異なった。量的には低塩分域の優占種である *S. sinensis* が最も高密度に分布した。スズキ稚魚が E2 から R1 においてよく摂食していた *Oithona davisae* は、環境中では E1 においてごく少数が採集されたに過ぎなかった。3月と4月の間では、*P. parvus* と *P. marinus* との量的な割合が逆転することや、*S. sinensis* の分布範囲が4月には海側にやや広がること以外には、顕著な差異は見られなかった。

## 考 察

スズキ稚魚の食性は、発育に伴ってカイアシ類幼体～カイアシ類成体～端脚類～アミ類へと変化することが知られている<sup>3,9)</sup>が、実際に摂餌されている種は水域によって異なることが推測される。本研究では、スズキ稚魚はそのほとんどがカイアシ類幼体または成体を摂餌しており、摂餌されていた主な種は各塩分域で明瞭に異なった。

塩分 0.1～10 前後の低塩分域に優占した *Sinocalanus sinensis* は、環境中の分布密度、摂餌量ともに高く、当水域のスズキ稚魚にとって最も重要な餌料であるとみられた。日本産の汽水性カイアシ類としては、*Sinocalanus tenellus* と *Pseudodiaptomus inopinus* の2種が代表的である<sup>14)</sup>。一方、*S. sinensis* は本邦では有明海の汽水域にのみ分布し、その主分布域は中国沿岸であることから、いわゆる大陸遺存種であると考えられている<sup>12)</sup>。内湾域にしばしば高密度に出現する *Paracalanus* や *Oithona* などに比べ大型である。さらに  $10^3/\text{m}^3$  レベルの分布密度の高さから、本種は当水域の2次生産に大きく寄与していると推定される。本種の季節的な消長については現在調査が進められているが、早春からの水温上昇期に密度が急激に上昇し、夏季には激減する傾向が認められている(日比野他, 未発表)。高密度な *Sinocalanus sinensis* 群の形成は、スズキ稚魚の出現と同期しており、このような特徴的な餌料環境が、有明海湾奥部と筑後川河口域におけるスズキ稚魚の育成を支える主要な生態的要因のひとつと考えられる。

筑後川河口域 (R2 と R4) における1個体当たりの消化管内容物重量は、四万十川河口域のスズキ稚魚<sup>6)</sup>に比べ2～3倍も高い値を示しており、筑後川河口域の低塩分域および淡水域は、スズキ稚魚にとって極めて摂餌に適した環境と考えられる。環境中のカイアシ類密度が最も高い定点は R3 であったが、消化管内容物重量は R2 や R4 より低い値であった。スズキ稚魚は視覚捕食者であり<sup>15)</sup> 高濁度環境中では摂餌能力が低下する<sup>16)</sup>ことが推定される。筑後川河口域では、満潮時に R3 付近に特に高濁度な水塊が形成されることが報告されており<sup>17)</sup> 著者らが予備的に行った測定においても、R3 では透視度 3 cm と他の定点と比べてとりわけ低い値であった。今後、高濁度水塊と *S. sinensis* の分布、およびスズキ稚魚の摂餌との関連を詳しく検討する必要がある。

*Oithona davisae* と *Paracalanus parvus* は、海域の定点において高い割合で摂餌されていたが、環境中ではむしろ低い密度であった。この点については、今回用いたプランクトンネットの目合いが 0.33 mm と大きいため

Table 2. Numerical composition of copepod species in the water at each station collected on 23 March and 7 April, 1997

Station Date	R4		R3		R2		R1		E1		E2		E3	
	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.	23 Mar.	7 Apr.
Salinity	0.1	0	2.1	0.1	17.3	7.2	21.7	13.8	23.2	15.1	25.2	18.3	29.7	22.1
Species														
Cyclopoida spp.	0.9	100.0	0.5	5.3	2.3				1.1			1.0		0.5
<i>Sinocalanus sinensis</i>	99.1		99.5	94.7	90.0	93.2	3.4	56.9	3.4	5.6	3.4	1.0		
<i>Tortanus derjugini</i>					10.0	4.5	17.4	15.7		5.6				
<i>Oithona davisae</i>									2.3					
<i>Acartia omorii</i>							78.3	19.6	57.6	57.3	45.5	12.8	80.3	26.6
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>							4.4	3.9	35.6	25.8	22.7	84.3	5.3	64.2
<i>Paracalanus parvus</i>								3.9	3.4	2.3	27.3	1.0	13.2	7.3
<i>Centropages abdominalis</i>											1.1		1.3	
Harpacticoida spp.														
Total (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

に、*Oithona* など小型カイアシ類を過小に評価した可能性はある。また、有明海沿岸の表層には *Oithona davisae* がスウォームを形成することが報告されており、<sup>18)</sup> 強混合型水域とはいえ、カイアシ類がパッチ状分布を示す可能性はある。カイアシ類の採集方法に検討を加え、より詳細な分布様式を明らかにすることが今後の課題として残される。

スズキは、一般的に幼稚魚期にアマモ場や浅海域へ来遊し、一定期間そこを成育場とすることが知られている。<sup>\*4,6-9)</sup> それに対して筑後川河口域では、河口の沖合に集積されたスズキ仔魚が、成長に伴って筑後川を上流方向へ移動する様子が認められた (Fig. 2)。また稚魚は淡水域まで達し、そこで一定期間を過ごすという見解も得られている。<sup>19)</sup> この筑後川河口域におけるスズキ仔魚の河川遡上性は、1980年より行われている継続調査においても毎年認められる傾向である。<sup>2,4)</sup> このような他海域とは異なる早い発育期での河川遡上性は、有明海のスズキがタイリクスズキとの雑種に起源を持つ<sup>\*5)</sup> という遺伝的背景に関連する可能性が推測されるが、他方では、本水域で見られる河川下流域の特異な餌生物環境と深く結びついた生活史の形成を示唆している。今後、淡水域を含めた餌生物環境や稚魚の摂餌生態をさらに詳しく調べることにより、本水域のスズキにみられる両側回遊的生活史が明らかにできると期待される。

以上のように、筑後川下流域～河口域におけるスズキ仔魚の移動、成長などを解明する上で、本水域にのみ特異的に生息する *Sinocalanus sinensis* の生態を理解することが極めて重要であることが明らかになった。同時に、大陸遺存的な遺伝的性質をもつ<sup>\*5)</sup> スズキ有明海個体群と大陸遺存種と考えられている<sup>12)</sup> *S. sinensis* との生態的な関連は、本水域の特異な生態系成立過程や自然史的価値を掘り下げる上でも極めて興味深い事実と考えられる。また、ハゼクチ *Acanthogobius hasta* 仔魚、ヤマノカミ *Trachidermus fasciatus* 仔魚およびアリアケヒメシラウオ *Neosalanx reganius* 成魚、エツ *Coilia nasus* 当歳魚など、多くの有明海固有種がスズキ仔魚とともに混獲された。これらの多くもカイアシ類を摂食していることが知られており、<sup>20-22)</sup> スズキ仔魚と同様に、*S. sinensis* が重要な餌料となっていることが推測される。これらの希少種の生態の理解や保護のためにも、*S. sinensis* の個体群動態の解明が不可欠と思われる。

#### 謝 辞

標本採集においては福岡県大川市の酒見和美、酒見孝彦氏に御協力頂いた。上田 拓氏 (現福岡県庁) をはじめとする福岡県水産海洋技術センター有明海研究所所員の方々には、現地での宿泊等で御世話になった。また、

現場調査には、京都大学農学研究科附属水産実験所（現高知大学海洋生物教育研究センター）の木下 泉博士、太田太郎氏はじめ京都大学農学研究科応用生物科学専攻海洋生物増殖学研究室の大学院生諸氏に御協力頂いた。これらの各氏に厚くお礼申し上げる。

### 文 献

- 1) 松宮義晴, 上之園修一, 田中 克, 代田昭彦, 山下輝昌: 有明海筑後川河口域におけるスズキ稚魚に関する研究—I. 水産海洋研究会報, **38**, 6-13 (1981).
- 2) Y. Matsumiya, T. Mitani, and M. Tanaka: Changes in distribution pattern and condition coefficient of the juvenile Japanese sea bass with the Chikugo river ascending. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **48**, 129-138 (1982).
- 3) 田中 克, 松宮義晴: スズキの初期生活史—稚魚への移行過程を中心に—. 栽培技研, **11**, 49-65 (1982).
- 4) Y. Matsumiya, H. Masumoto, and M. Tanaka: Ecology of ascending larval and early juvenile Japanese sea bass in the Chikugo estuary. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **51**, 1955-1961 (1985).
- 5) 松宮義晴, 田中 克: 有明海におけるスズキ仔稚魚の河川遡上生態. 海洋と生物, **34**, 348-354 (1984).
- 6) S. Fujita, I. Kinoshita, I. Takahashi, and K. Azuma: Seasonal occurrence and food habits of larvae and juveniles of two temperate basses in the Shimanto estuary, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **35**, 365-370 (1988).
- 7) 林 文三, 清野精次: 若狭湾西部海域におけるスズキの生態—I 久美浜湾における季節的移動. 京都府立海洋センター研究報告, **1**, 29-43 (1977).
- 8) 高瀬英臣: 茨城県海域におけるスズキ *Lateolabrax japonicus* (Cuvier et Valenciennes) の資源生態的研究—I 澗沼周辺に來遊するスズキ未成魚の來遊状況と成長過程. 茨城水試研報, **24**, 105-108 (1982).
- 9) 畑中正吉, 関野清成: スズキの生態学的研究—I スズキの食生活. 日本誌, **28**, 851-856 (1962).
- 10) I. Kinoshita, S. Fujita, I. Takahashi, K. Azuma, T. Noichi, and M. Tanaka: A morphological and meristic comparison of larval and juvenile temperate bass, *Lateolabrax japonicus*, from various sites in western and central Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **42**, 165-171 (1995).
- 11) K. Yokogawa, N. Taniguchi, and S. Seki: Morphological and genetic characteristics of sea bass, *Lateolabrax japonicus*, from the Ariake Sea, Japan. *Ichthyol. Res.*, **44**, 51-60 (1997).
- 12) J. Hiromi and H. Ueda: Planktonic calanoid copepod *Sinocalanus sinensis* (Centropagidae) from estuaries of Ariake-kai, Japan, with a preliminary note on the mode of introduction from China. *Proc. Japan. Soc. syst. Zool.*, **35**, 19-26 (1987).
- 13) S. Uye: Length-weight relationships of important zooplankton from the inland sea of Japan. *J. Oceanographical Soc. Jap.*, **38**, 149-158 (1982).
- 14) A. Hada, S. Uye, and T. Onbe: The seasonal life cycle of *Sinocalanus tenellus* (Copepoda: Calanoida) in a brackish-water pond. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **33**, 29-41 (1986).
- 15) 田村 保: スズキ幼魚の摂餌感覚. 日本誌, **17**, 8-12 (1952).
- 16) G. L. Vinyard and W. J. O'Brien: Effects of light and turbidity on the reactive distance of bluegill (*Lepomis macrochirus*). *J. Fish. Res. Bd Can.*, **33**, 2845-2849 (1976).
- 17) 代田昭彦, 田中勝久: 有明海における懸濁物質の研究—I. 筑後川懸濁粘土粒子の河口域への輸送. 西水研研報, **56**, 27-38 (1981).
- 18) R. Hirota: Microdistribution of the marine copepod *Oithona davisae* in the shallow waters of Ariake-kai mud flats, Japan. *Mar. Biol.*, **105**, 307-312 (1990).
- 19) D. H. Secor, T. Ohta, K. Nakayama, and M. Tanaka: Use of otolith microanalysis to determine estuarine migrations of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* distributed in Ariake Sea. *Fisheries Sci.*, **64**, 740-743 (1998).
- 20) Y. Kuno and T. Takita: The growth, maturation and feeding habits of the gobiid fish *Acanthogobius hasta* distributed in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Fisheries Sci.*, **63**, 242-248 (1997).
- 21) 田北 徹, 近本安樹: 有明海周辺河川におけるヤマノカミの分布と生活史. 魚類学雑誌, **41**, 123-129 (1994).
- 22) 松井誠一, 中川 清, 富重信一: エツ *Coilia nasus* Temmick et Schlegel の生態的研究Ⅲ. 筑後川における仔稚魚の出現生態と食性. 九大農学芸誌, **41**, 55-62 (1987).