

夏季，浦ノ内湾を成育場とする仔魚の湾への進入様式

鐘 俊生[†]，木下 泉¹，久保美佳²，杉山さやか¹

Immigration Patterns to Uranouchi Bay as a Nursery Ground of Fish Larvae in Summer

Junsheng ZHONG[†], Izumi KINOSHITA¹, Mika KUBO² and Sayaka SUGIYAMA¹

To clarify the immigration pattern of fish larvae and juveniles into bay areas, discrete depth tows with a larva net were conducted on flood and ebb tides in the mouth part of Uranouchi Bay, Japan in June and August 2000. A total of 11,904 fishes (mean density: 855 ind. 1000 m⁻³) of more than 100 species from 48 families were collected on flood tides and 5,004 fishes (398 ind. 1000 m⁻³) of more than 61 species from 32 families on ebb tides. Number of species and mean densities were significantly greater on the flood tide than on ebb tide. Among dominant species, *Engraulis japonicus* and *Sardinella zunasi* were denser on flood tides, immigrating through the surface into the inlet, and being inlet-dependent species as nurseries. No significant difference in mean densities were found between flood and ebb tides in *Spratelloides gracilis*, *Apogon niger* and four blennioid species, which tended to enter into and leave the bay at middle and/or bottom layers. They seemed to be inlet-independent species.

Key words: Uranouchi Bay, fish larvae, immigration pattern

はじめに

魚類の成育場としての内湾域・河口域の重要性に関する研究は、国内・外で盛んに行われ (Shenker and Dean, 1979; Bozeman and Dean, 1980; 木村ほか, 1983, 1984; Bourne and Govoni, 1988; Warlen and Burke, 1990; 森, 1995), さらに、湾外から内湾域と河口域への仔稚魚の進入現象に関しては、アメリカ東海岸、南アフリカ東海岸およびオーストラリア西海岸で多く調査されている (Boehlert and Mundy, 1988; Hettler, 1989; Hettler and Chester, 1990; Hettler and Barker, 1993; Neira and Potter, 1994; Harris *et al.*, 2001). しかし、その進入の機構に関する研究は、近年、オーストラリア西海岸 (Neira and Potter, 1992) および南アフリカ東海岸 (Harris and Cyrus, 1999) で行われているが、必ずしも多いとはいえない。また、本邦では、異体類を中心に着底に伴う湾内への輸送の研究はあるが (清野ほか, 1977; Tsuruta,

1978; 高橋ほか, 1986; 大関ほか, 1987; Kinoshita and Tanaka, 1990; 上野, 1991), 湾外から内湾への仔稚魚の進入機構に関する研究はほとんどなされていない。

浦ノ内湾は土佐湾のほぼ中央部に位置し、東西に細長く伸びたリアス式の奥行き約12 kmの内湾である (Fig. 1)。湾内には顕著な流入河川がなく、淡水は主として降雨によってもたらされる。潮位差は平均1 mで、約400 mの湾口幅で平均流速は1 ktに達することから、毎秒500 tの海水が潮汐によって湾口で流出入する (木村, 1991; 村上ほか, 1997)。

本湾では集魚灯と汀線付近の採集により、135種以上の仔稚魚が確認され、サッパ *Sardinella zunasi*、クロサギ *Gerres equulus* など広塩性魚類だけではなく、カタクチイワシ *Engraulis japonicus*、マイワシ *Sardinops melanostictus* およびイソギンポ科 Blenniidae などの狭塩性魚類も湾内に一定期間生息していることが確認された (鐘ほか, 2003)。そこで、これら湾内に多く生息していた仔稚魚が、どのような機構で進入するかを明らかにするために本湾口で浮遊期仔稚魚の調査を行った。今回、その一部である夏季調査について明らかになったことを報告する。

材料と方法

2000年6~8月の昼間に、大潮の上げ潮と下げ潮時に毎月1

2002年10月15日受付, 2003年1月14日受理

¹ 高知大学海洋生物教育研究センター 〒781-1164 土佐市宇佐町井尻194

Usa Institute of Marine Biology, Kochi University, 194 Usa, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

² 土佐清水市役所 〒787-0392 土佐清水市天神町11-2

Tosa-Shimizu City Office, 11-2 Tenjin-cho, Tosa-Shimizu, Kochi 787-0392, Japan

[†] junsheng@cc.kochi-u.ac.jp

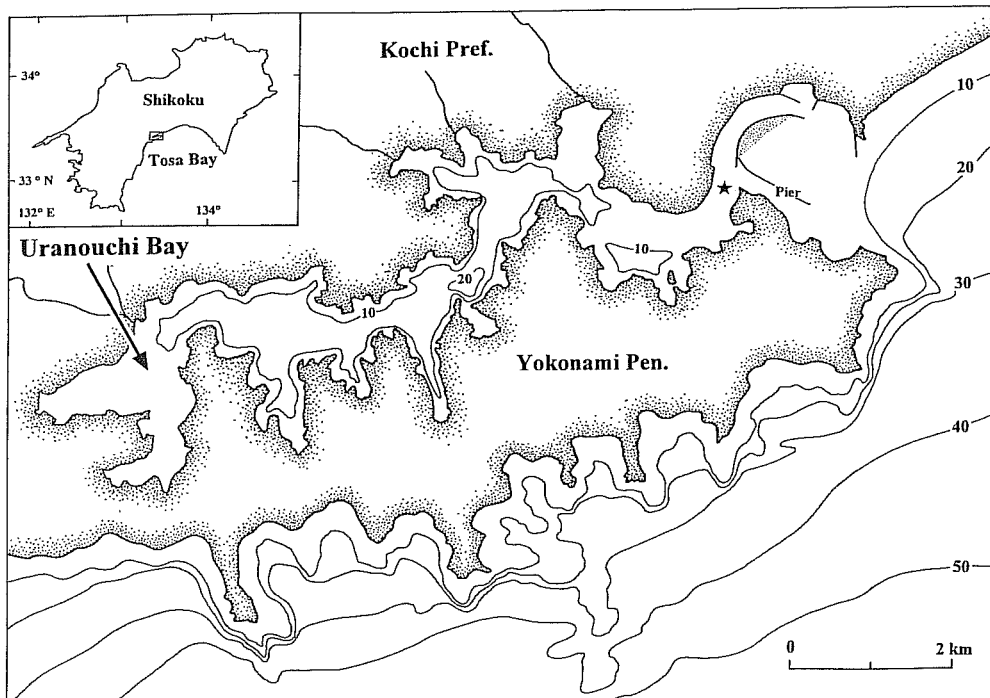


Figure 1. Map of Uranouchi Bay showing the sites where fish larvae and juveniles were collected. The star indicates the station where collections were made by a larva net (1.3 m mouth-diameter, 0.5 mm mesh-aperture) at the mouth part of the bay in June and August 2000.

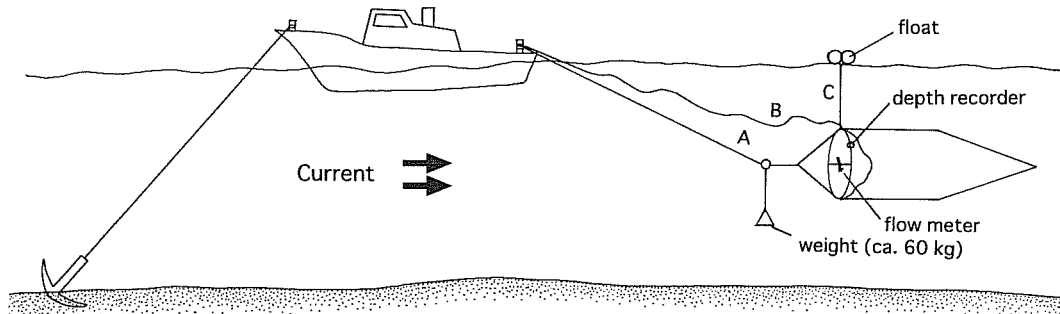


Figure 2. A schematic illustration showing the method of collection by a larva net at the mouth part of Uranouchi Bay. A, B and C ropes are to tow, to close and winch at some layers to avoid contaminations with other layer samples, and to suspend a net, respectively.

回、水深4-5mの湾口部で、錨で船（高知大学海洋生物教育研究センター所属研究船ネプチューン、5.4t）を固定して、潮流（流速：上げ潮時0.7-2.5kt；下げ潮時0.3-2.5kt）によって運ばれる仔稚魚を合計36回採集した。Fig. 2に示すように、稚魚ネット（口径1.3m、網目0.5mm）に浮子を取り付け、ロープCの長さによって採集水深を調節した。ロープAで網を船につなぎとめ、他層との混合を避けるため、ロープBによって閉網して巻き上げた。1回の調査で、上げ潮と下げ潮時に表、中、底層で採集をそれぞれ10分間行い、これを2回くり返した。曳網順は原則的に底層-中層-表層の順とした。6月の水温・塩分は、全てそ

の場で表層・2m層・底層で測定し、塩分については比重を測定し、塩素量に換算した後、クヌーツセン公式により求めた。8月では、STD (Alec Electronics, AST500-P) を用いた。これらは全て各組の中層曳時に行った。中・底層での曳網水深は潜水士時計 (Casio, ログメモリ1473) により曳網後確認し、濾水量はフローメーター (General Oceanics, 2030 R) により算出した。

採集物は全てその場で10%海水ホルマリンで固定した後、研究室に持ち帰り、種査定・計数の後、体長 [BL: 卵黄嚢仔魚から屈曲期仔魚では脊索長 (NL); 後屈曲期仔魚以降では標準体長 (SL)] 測定を行った。発育段階の区分は

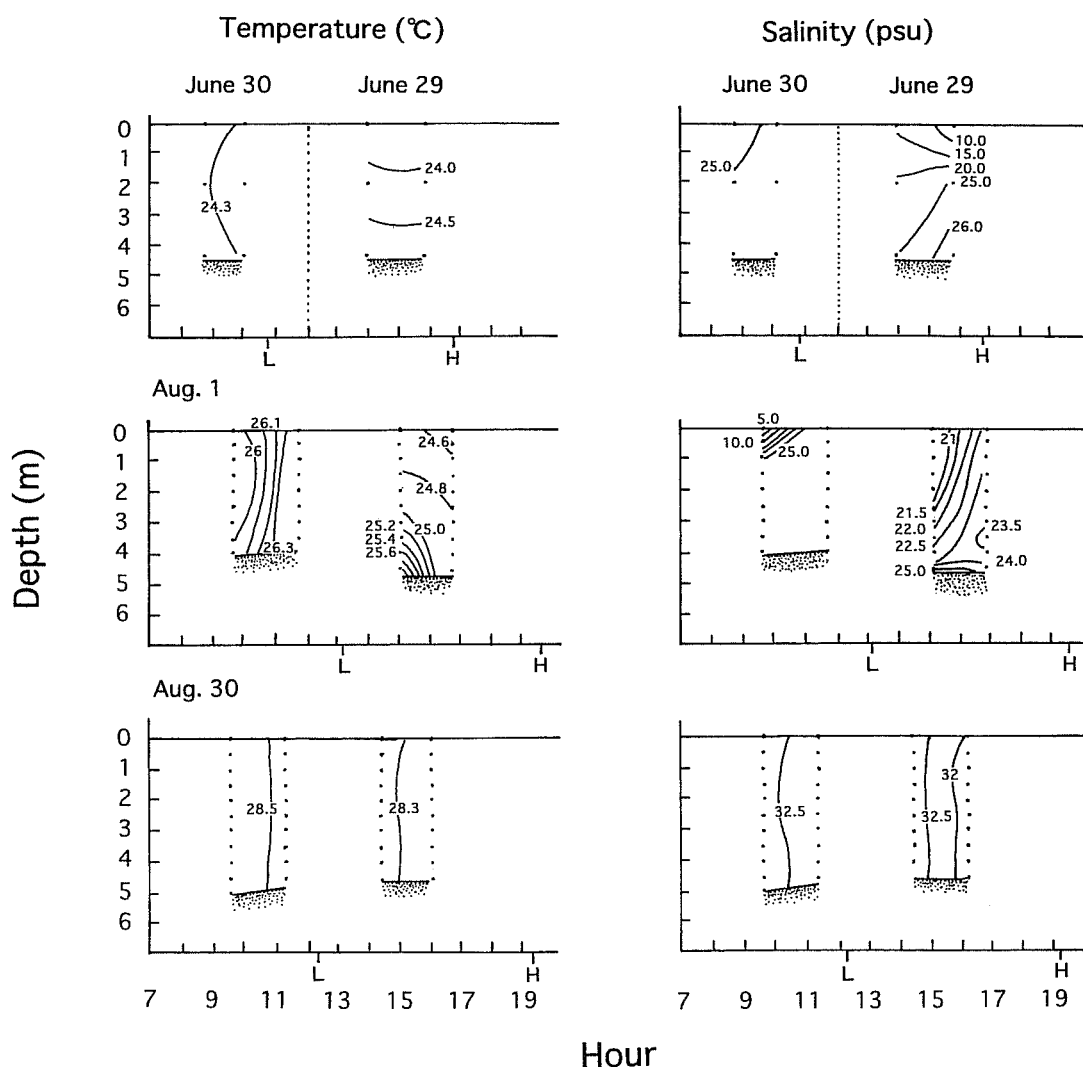


Figure 3. Tidal changes of vertical profiles of water temperatures and salinities in the mouth part of Uranouchi Bay in June and August 2000. L and H indicate the hour of low and high tides, respectively.

Kendall *et al.* (1984) に従った。科の学名および配列は Nelson (1994) に従い、属名、種名および標準和名は中坊 (2000) に準拠した。

結果

水温と塩分

調査期間の水温は6月29日の上げ潮時表層の 23.3°C から、8月30日の下げ潮時中層の 28.6°C まで、塩分は8月1日の下げ潮時表層の 0.5 psu から、8月30日の下げ潮時中層の 32.7 psu まで変動した。水温と塩分の鉛直分布をみると (Fig. 3), 6月29日の上げ潮、8月1日の上げ潮・下げ潮の表層では、降雨の影響で塩分が成層になっていたが、その他の塩分および水温は鉛直的にほとんど一様で混合状態であった。

種組成

合計 53 科 108 種以上の仔稚魚が得られた (Table 1)。上げ潮時で 48 科 100 種以上 11,906 尾 (平均 855 尾・1000 m⁻³)、下げ潮時で 32 科 61 種以上 5,004 尾 (平均 398 尾・1000 m⁻³) の仔稚魚が出現し、上げ潮時の方が種類数、個体数ともに多く出現した。

上げ潮時と下げ潮時における採集個体数の上位 10 種を Table 2 に示す (テンジクダイ科不明数種 *Apogonidae* spp. とハゼ科不明数種 *Gobiidae* spp. は 1 taxa として扱った)。上げ潮時では、ハゼ科不明数種 (36.8%) が最も多く出現し、次に、サツパ (8.5%)、カタクチイワシ (5.7%)、トサカギンポ *Omobranchus fasciolatoiceps* (3.6%)、イダテンギンポ *O. punctatus* (2.6%)、テンジクダイ科不明数種 (1.9%)、テンジクダイ属 *Apogon* sp. 3 (1.2%)、イソギンポ *Parablennius yatabei* (0.6%)、キビナゴ *Spratelloides gracilis* (0.5%)、マダ

Table 1. List of fish larvae and juveniles collected by a larva net (1.3 m mouth-diameter, 0.5 mm mesh-aperture) at the mouth part of Uranouchi Bay in June and August 2000. Alphabetical letters indicate developmental stages as follows: A=yolk-sac larva; B=preflexion larva; C=flexion larva; D=postflexion larva; E=juvenile. +=less than 0.005% (numerical percentage).

Species	Flood tide			Ebb tide		
	%	Range of BL (mm)	Stage	%	Range of BL (mm)	Stage
Ophichthidae						
Ophichthidae sp.	0.01	6.0	A	0.01	8.5	A
Engraulidae						
<i>Engraulis japonicus</i>	5.73	2.7–25.5	B–E	0.28	2.7–13.5	B–D
Clupeidae						
<i>Konosirus punctatus</i>	0.06	4.0–6.8	B			
<i>Sardinella zunasi</i>	8.48	2.5–15.2	B–D	5.20	2.9–9.3	B–C
<i>Spratelloides gracilis</i>	0.51	3.0–9.5	B–C	0.27	3.0–7.5	B–C
Gonorynchidae						
<i>Gonorynchus abbreviatus</i>	0.04	3.5–6.5	B–C			
Cyprinidae						
<i>Zacco platypus</i>	0.01	9.2	D			
Synodontidae						
<i>Saurida elongata</i>	0.01	3.1	B			
<i>S. sp. 1</i>	+	3.8	B	0.01	3.3	B
Atherinidae						
<i>Hypoatherina valenciennei</i>	0.05	3.8–7.3	B–C	0.07	3.2–5.5	B
Exocoetidae						
<i>Danichthys rondeletii</i>				0.01	5.2	D
Hemiramphidae						
<i>Hyporhamphus sp.</i>	+	6.5	C			
Holocentridae						
<i>Myripristis sp.</i>	0.01	2.5–2.6	B			
Holocentridae sp.	0.03	2.0–2.5	B			
Caproidae						
<i>Antigonia capros</i>	0.01	2.0	B			
Solenostomidae						
<i>Solenostomus sp.</i>	0.01	3.5–3.8	B	0.01	3.4	B
Syngnathidae						
<i>Festucalex erythraeus</i>	0.01	8.3	E			
<i>Hippichthys penicillus</i>	+	13.8	D	0.01	37.0	D
<i>Hippocampus mohnikei</i>	0.01		E			
Fistulariidae						
<i>Fistularia commersonii</i>	0.02	3.0–6.5	A–B			
Scorpaenidae						
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	0.01	2.4–11.5	B, E			
<i>Minous monodactylus</i>	0.01	3.8	C	0.01	2.0	B
Scorpaenidae sp.	0.01	4.3–4.6	C–D	0.01	2.7–5.6	B, D
Platycephalidae						
Platycephalidae sp.	0.10	2.2–8.4	B, D–E	0.08	2.1–4.5	B–C
Centropomidae						
<i>Lates japonicus</i>	0.01	4.0	B			
Ambassidae						
<i>Ambassis sp.</i>	0.04	2.0–2.4	B	0.01	2.0–2.3	B
Apogonidae						
<i>Apogon lineatus</i>	0.06	2.7–3.5	B			
<i>A. niger</i>	0.42	1.9–6.0	B–C	0.55	1.7–3.3	B
<i>A. notatus</i>	0.05	2.8–3.5	B			
<i>A. sp. 1</i>	0.23	2.6–5.2	B–C	0.13	2.0–3.6	B
<i>A. sp. 2</i>	0.10	1.8–3.5	B	0.21	2.2–3.7	B
<i>A. sp. 3</i>	1.16	1.7–4.5	B–C	0.08	1.6–2.5	B

Table 1. Continued.

Species	Flood tide			Ebb tide		
	%	Range of BL (mm)	Stage	%	Range of BL (mm)	Stage
Apogonidae						
<i>A. sp. 4</i>	0.20	1.9–3.3	B	0.18	1.9–3.5	B
<i>A. sp. 5</i>	0.01	2.8	B	0.01	3.0	B
<i>A. sp. 6</i>	0.14	2.0–4.0	B	0.16	2.1–3.2	B
<i>A. sp. 7</i>	0.01	3.6–6.1	C–D			
<i>Gymnapogon sp. 2*</i>	0.21	2.7–9.3	B, D	0.19	2.3–8.0	B–D
<i>G. sp. 3*</i>	0.01	7.1	D	0.04	2.1–3.2	B
Apogonidae spp.	1.94	1.7–6.0	B–D	3.42	1.7–3.6	B–C
Sillaginidae						
<i>Sillago japonica</i>	0.12	2.1–10.0	B–D	0.22	2.0–7.8	B–D
Coryphaenidae						
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.07	3.7–4.3	B	0.01	4.3	B
Carangidae						
<i>Caranx sexfasciatus</i>				0.01	2.2	B
<i>Decapterus maruadsi</i>	0.16	2.2–11.0	B, D	0.15	2.1–9.7	B–D
<i>Trachurus japonicus</i>	0.02	2.7–4.0	B			
Carangidae sp.	+	2.9	B	0.01	3.2–3.5	C
Leiognathidae						
<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.13	2.4–8.5	B–D	0.04	2.7–4.0	B–C
Lobotidae						
<i>Lobotes surinamensis</i>	0.01	2.6	B			
Gerreidae						
<i>Gerres equulus</i>	0.40	2.0–6.7	B–D	0.13	2.1–3.3	B
Haemulidae						
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	+	8.8	D			
Sparidae						
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	0.01	2.9–3.0	B			
Sciaenidae						
<i>Nibea albiflora</i>	0.01	2.7	B			
<i>N. mitsukurii</i>	0.02	2.5–3.7	B	0.02	2.1–3.5	B
Mullidae						
<i>Upeneus bensasi</i>	0.11	2.2–23.0	B–D			
Pempheridae						
<i>Pempheris schwenkii</i>	0.04	3.1–4.8	B–C	0.01	2.8	B
Teraponidae						
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	0.03	2.7–3.7	B–C			
<i>Terapon jarbua</i>	0.03	3.9–9.0	B, D	0.04	2.2–4.0	B–C
Cepolidae						
<i>Acanthocephala krusensternii</i>	0.03	2.0–3.5	B	0.01	1.6	B
Pomacentridae						
<i>Chromis notata notata</i>	0.06	2.1–4.5	B–D			
Pomacentridae sp.	0.01	3.0	B			
Labridae						
Labridae sp.	0.01	3.2	B			
Scaridae						
Scaridae sp.				0.01	3.5	B
Tripterygiidae						
<i>Trichonotus filamentosus</i>	0.01	2.3–6.3	B–C	0.01	3.0–3.5	B
Tripterygiidae sp.	0.05	2.8–4.3	B–C			
Blenniidae						
<i>Laiphognathus multimaculatus</i>	0.49	2.4–7.0	B–D	0.29	2.3–4.4	B–C
<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	3.63	2.1–7.8	B–D	2.50	1.9–11.0	B–D
<i>O. loxozonus</i>	0.27	2.1–5.8	B–D	0.22	2.3–3.5	B

* Kojima (1988)

Table 1. Continued.

Species	Flood tide			Ebb tide		
	%	Range of BL (mm)	Stage	%	Range of BL (mm)	Stage
Blenniidae						
<i>O. punctatus</i>	2.60	2.0–7.5	B–D	2.36	1.9–7.2	B–D
<i>Parablennius yatabei</i>	0.62	1.7–11.0	B–D	0.47	1.9–3.5	B
<i>Petroscirtes breviceps</i>				0.18	2.2–6.3	B–D
Gobiesocidae						
<i>Aspasma minimum</i>	0.01	3.0–3.1	B	0.01	2.6	B
<i>Aspasmichthys ciconiae</i>	0.06	2.7–5.0	B–C			
<i>Lepadichthys frenatus</i>	+	3.5	B			
Gobiesocidae sp.	+	3.4	B			
Callionymidae						
<i>Repomucenus richardsonii</i>	0.10	1.7–4.0	B–D			
Callionymidae sp.	0.40	1.6–4.5	B–D	0.22	1.5–2.9	B–C
Gobiidae						
<i>Bathygobius cottiopsis</i>	0.01	3.5–5.5	D			
<i>B. peterophilus</i>	0.01	6.5–6.8	D			
<i>Clariger cosmurus</i>	0.01	9.8	D	0.01	6.0	D
<i>Drombus</i> sp.	0.21	2.1–14.7	B, D–E	0.19	1.8–5.6	B–D
<i>Eutaeniichthys gilli</i>	0.03	4.0–8.2	B–D	0.03	2.7–4.6	B–C
<i>Luciogobius</i> sp. 1	0.01	7.3	C	0.01	3.0	B
<i>L.</i> sp. 2	0.01	4.0	B			
<i>L.</i> sp. 3	0.03	6.5	D			
<i>Parioglossus dotui</i>	0.35	5.0–11.3	D	0.10	6.2–10.8	D
<i>Pterogobius zacalles</i>	0.01	2.5	B	0.01	3.0	C
<i>Redigobius bikolanus</i>	0.10	2.5–7.0	B, D	0.03	4.0–5.2	B, D
Gobiidae spp.	36.85	1.5–13.8	B–E	13.27	1.6–7.8	B–D
Siganidae						
<i>Siganus fuscescens</i>	0.02	3.3–6.0	B–C			
Sphyrænaidae						
<i>Sphyræna pinguis</i>	0.02	3.0–6.2	B–C			
Trichiuridae						
<i>Trichiurus japonicus</i>	+	8.3	C			
Bothidae						
Bothidae sp.				0.01	5.0	D
Pleuronectidae						
Pleuronectidae sp.	0.01	3.0	B			
Soleidae						
<i>Heteromycteris japonica</i>	0.07	2.1–9.8	B, D	0.02	3.2–8.2	C–D
<i>Zebrias zebra</i>	0.01	3.6	B			
Cynoglossidae						
<i>Paraplagusia japonica</i>	0.01	7.0–7.5	D			
Cynoglossidae sp.				0.01	4.0	B
Triacanthidae						
<i>Triacanthus biaculeatus</i>	0.09	1.8–3.6	B			
Monacanthidae						
<i>Rudarius ercodes</i>	0.32	1.7–8.0	B–E	0.18	1.7–5.8	B–D
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	0.01	3.4–8.9	B, E	0.01	8.0	D
Ostraciidae						
Ostraciidae sp.	+	2.0	B			
Tetraodontidae						
<i>Takifugu niphobles</i>	0.10	2.0–5.6	B–C	0.05	2.2–7.8	B, D–E
<i>T. xanthopterus</i>	0.01	4.6	C			
<i>T.</i> sp.	0.33	2.0–3.8	B	0.03	3.1–3.2	B
Unknown	0.39			0.01		

Table 2. Comparison of 10 dominant species of fish larvae and juveniles collected between the flood and ebb tidal collections. R=rank. +=less than 0.05% (numerical percentage).

Species	Flood tide		Ebb tide	
	R	%	R	%
Gobiidae spp.	1	36.8	1	13.3
<i>Sardinella zunasi</i>	2	8.5	2	5.2
<i>Engraulis japonicus</i>	3	5.7	9	0.3
<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	4	3.6	4	2.5
<i>O. punctatus</i>	5	2.6	5	2.4
Apogonidae spp.	6	1.9	3	3.4
<i>Apogon</i> sp. 3	7	1.2	25	0.1
<i>Parablennius yatabei</i>	8	0.6	7	0.5
<i>Spratelloides gracilis</i>	9	0.5	10	0.3
<i>Laiphognathus multimaculatus</i>	10	0.5	8	0.3
<i>Apogon niger</i>	11	0.4	6	0.5

ラギンボ *Laiphognathus multimaculatus* (0.5%) が続き、これら優占 10 種で全体の約 60% を占めた。下げ潮時でも、ハゼ科不明数種 (13.3%) が最優占し、以下、サッパ (5.2%)、テンジクダイ科不明数種 (3.4%)、トサカギンボ (2.5%)、イダテンギンボ (2.4%)、クロイシモチ *Apogon niger* (0.5%)、イソギンボ (0.5%)、マダラギンボ (0.3%)、カタクチイワシ (0.3%)、キビナゴ (0.3%) が続き、これら優占 10 種で全体の約 29% を占めた。

以上のように、優占種はほぼ共通していたが、カタクチイワシ、サッパ、テンジクダイ属 sp. 3 は上げ潮時により多く出現したのに対して、キビナゴ、クロイシモチ、イソギンボ科 (マダラギンボ、イダテンギンボ、トサカギンボ、イソギンボ) は上げ潮と下げ潮時間でほとんど差がなかった。

鉛直分布

テンジクダイ科とハゼ科不明数種を除き、多く採集された仔魚の平均密度の鉛直分布を Figs. 4-6 に示す。

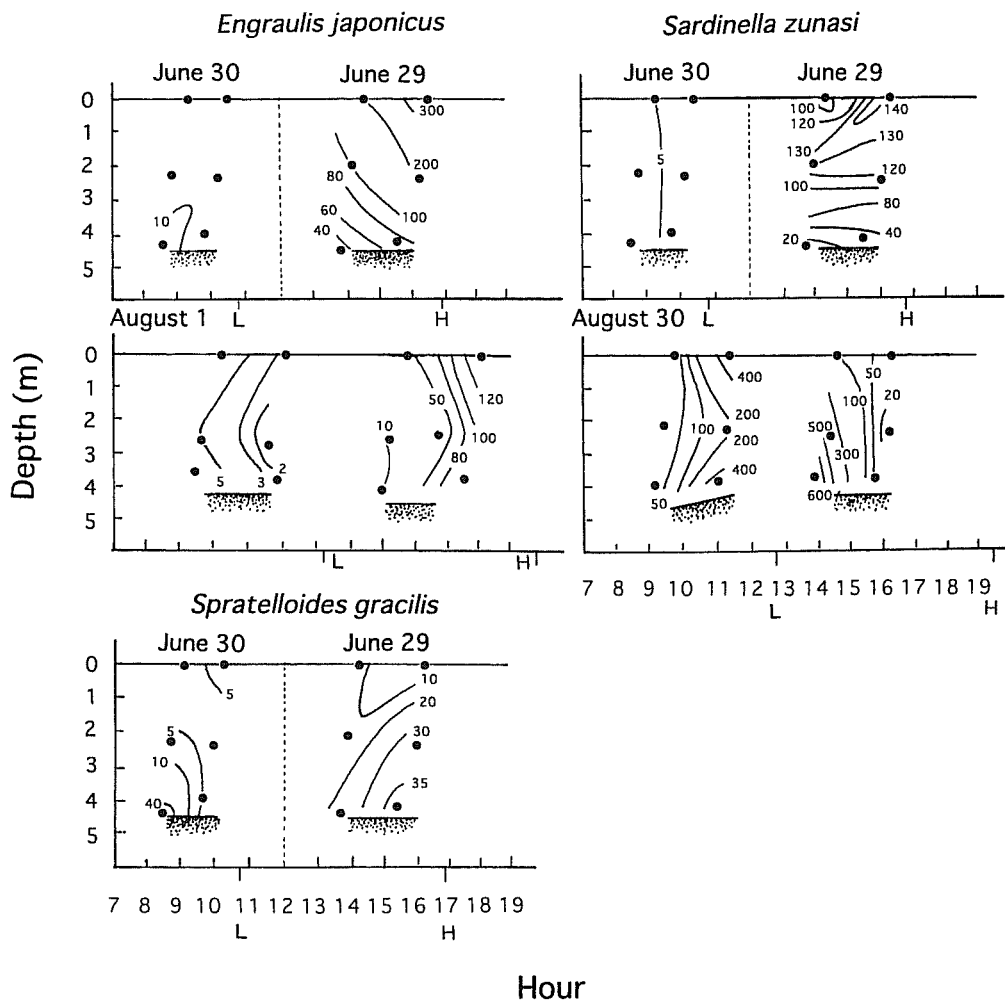


Figure 4. Tidal changes of vertical distributions of larvae of three Clupeiformes species. Numerical letters of contours indicate densities (n 1000 m⁻³) of larvae. Otherwise same as in Fig. 3.

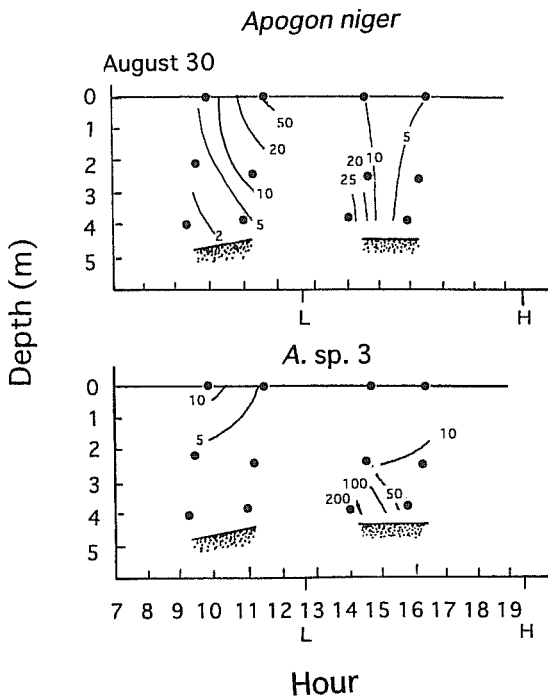


Figure 5. Tidal changes of vertical distributions of two *Apogon* species larvae. Otherwise same as in Figs. 3, 4.

上げ潮時により多かったカタクチイワシは、6月29日、8月1日では上げ始めから徐々に表層に分布した (Fig. 4). 同様のサップは、6月29日では表層でより高密度であった。8月30日では上げ潮と下げ潮時間の密度の差はほとんどなかったが、上げ潮時では底層から徐々に全層に分散し、下げ潮時では表・底層での密度が高かった (Fig. 4). 一方、上げ潮と下げ潮時間の差がなかったキビナゴは、6月に両潮時とも底層での密度が高かった (Fig. 4).

テンジクダイ属2種の内、上げ潮時に多かったテンジクダイ属 sp. 3 は上げ潮始めから底層で圧倒的に高密度で出現したが、クロイシモチでは、上げ潮時に底層で高密度であったのに対して、下げ潮では表層で高密度であった (Fig. 5).

さらに、上げ潮と下げ潮時の分布密度の差が少ないイソギンポ科の4種は、いずれの調査日とも中層で密度が高かった (Fig. 6).

体長組成

採集された仔稚魚の体長組成と発育段階を上げ潮時と下げ潮時の間で比較した (Figs. 7-14).

カタクチイワシは、6月29日の上げ潮時に主に体長（以下略）2-9mmの前屈曲から屈曲期仔魚を中心に進入し、後屈曲期仔魚は少なかった。下げ潮時ではほとんど2-7

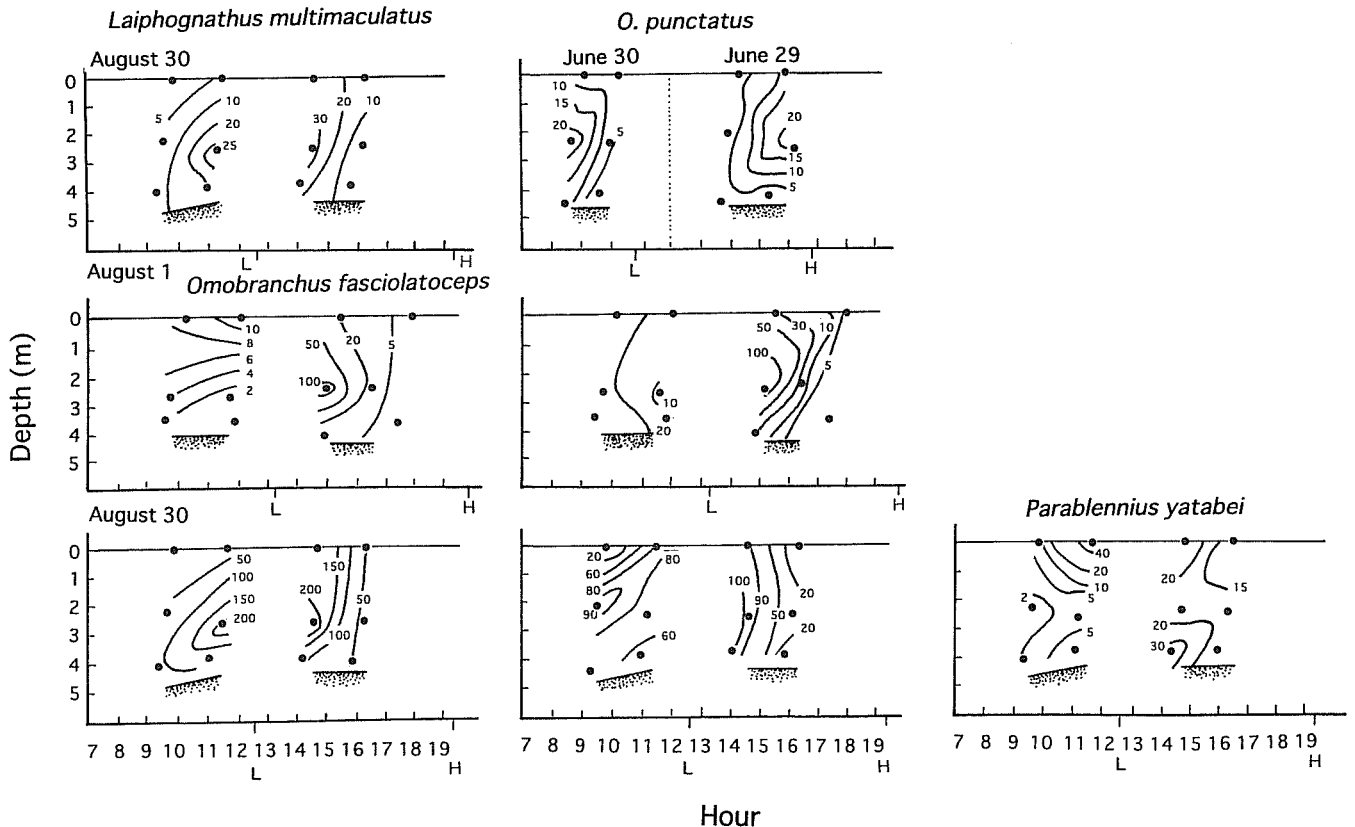


Figure 6. Tidal changes of vertical distributions of four blennioid species larvae. Otherwise same as in Figs. 3, 4.

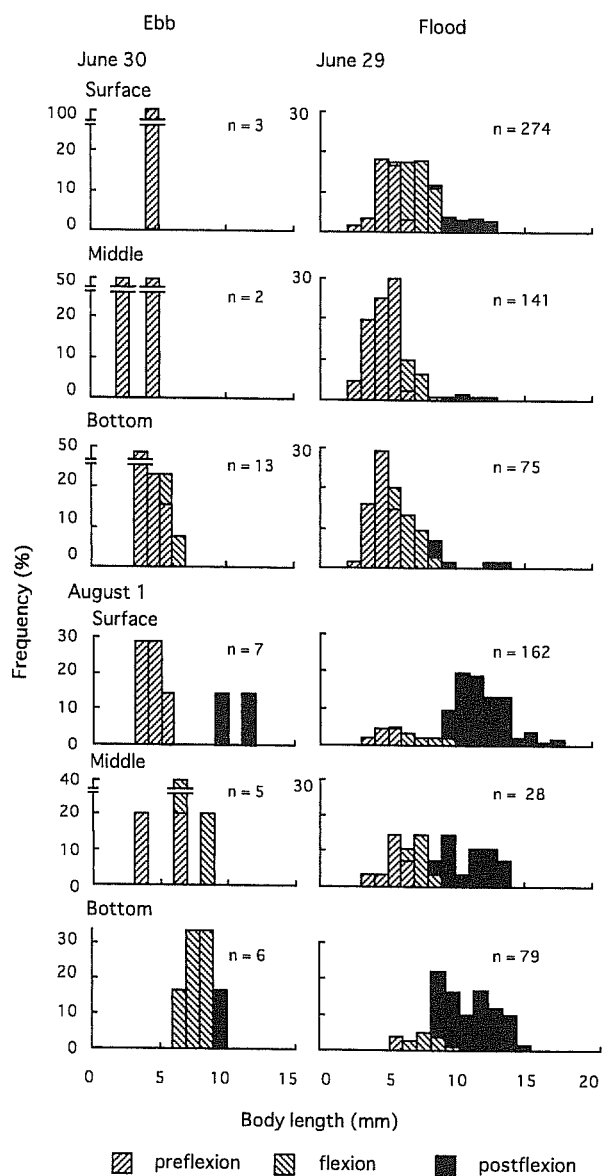


Figure 7. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Engraulis japonicus* larvae on June 29, 30 and August 1, 2000.

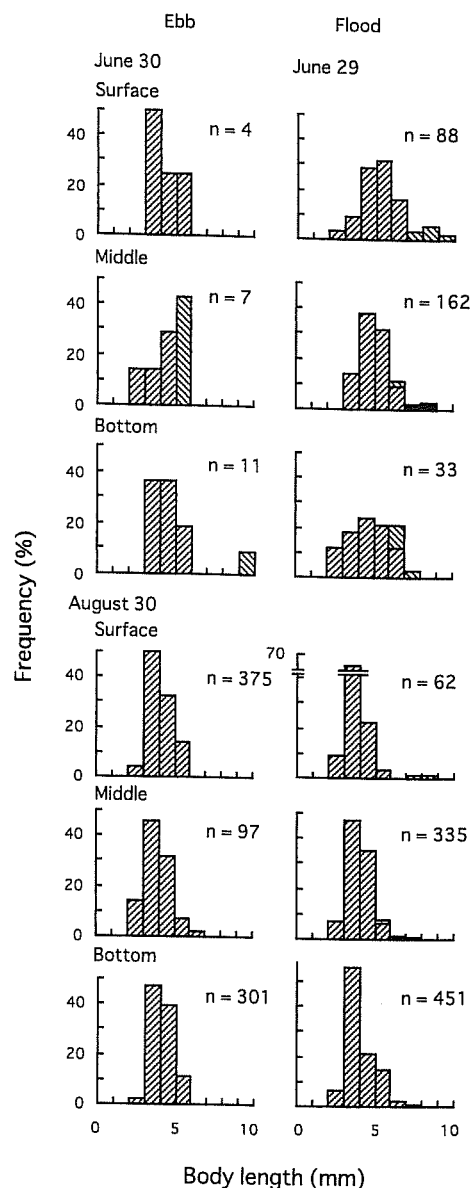


Figure 8. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Sardinella zunasi* larvae on June 29, 30 and August 30, 2000. Otherwise same as in Fig. 7.

mmの前屈曲から屈曲期までの仔魚であった。これに対して、8月1日の上げ潮時には8-13mmの後屈曲期仔魚が多く出現した (Fig. 7)。

サッパは、上げ潮・下げ潮とも主に2-7mmの前屈曲期仔魚が出入しているが、上げ潮時には、6mm以上の屈曲期と後屈曲期の仔魚も出現した (Fig. 8)。

キビナゴは、上げ潮時に中・底層で多く、主に3-9mmの前屈曲から屈曲期までの仔魚が多く出現したが、下げ潮時にはほとんど2-5mmの前屈曲期仔魚であった (Fig. 9)。

一方、クロイシモチおよびテンジクダイ属 sp. 3は、上げ潮・下げ潮とも1.5-3mmの前屈曲期仔魚を中心に出現

し、潮汐間での体長組成の差はほとんどなかった (Fig. 10)。

イソギンボ科の中で、トサカギンボは、8月1日では上げ潮・下げ潮ともほとんど前屈曲期仔魚であったが、8月30日では上げ潮・下げ潮とも前屈曲期から後屈曲期の仔魚であった (Fig. 11)。イダテンギンボは、いずれの調査日の上げ潮・下げ潮とも主に2-3mmの前屈曲期仔魚であったが、8月30日の上げ潮・下げ潮では中・底層で3mm以上の屈曲期から後屈曲期までの仔魚も出現した (Fig. 12)。イソギンボは上げ潮・下げ潮とも主に2-3mm

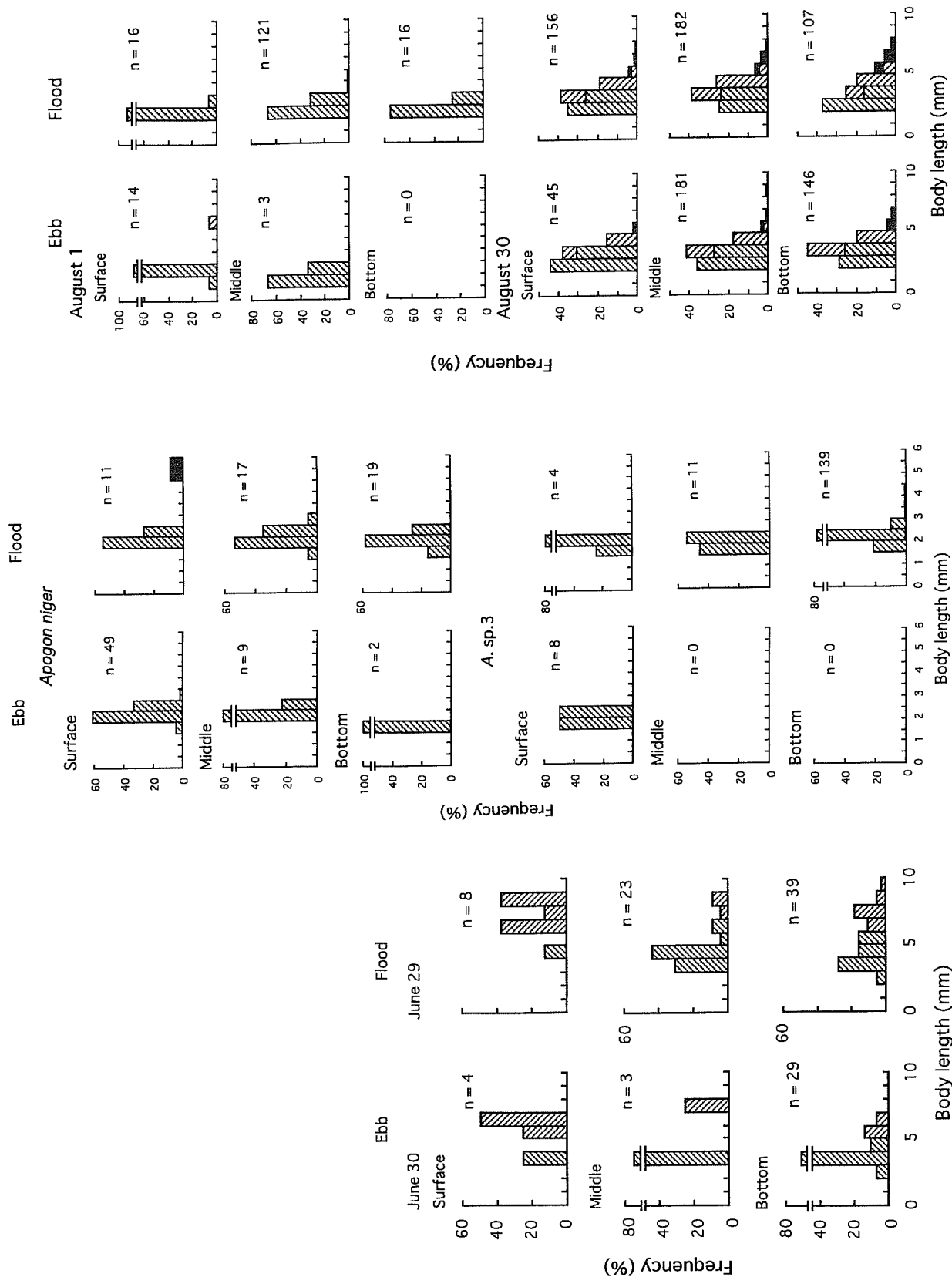


Figure 11. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Omobranchius fasciolatoiceps* larvae on August 1 and 30, 2000. Otherwise same as in Fig. 7.

Figure 10. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for two *Apogon* species larvae on August 30, 2000. Otherwise same as in Fig. 7.

Figure 9. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Spratelloides gracilis* larvae in June 2000. Otherwise same as in Fig. 7.

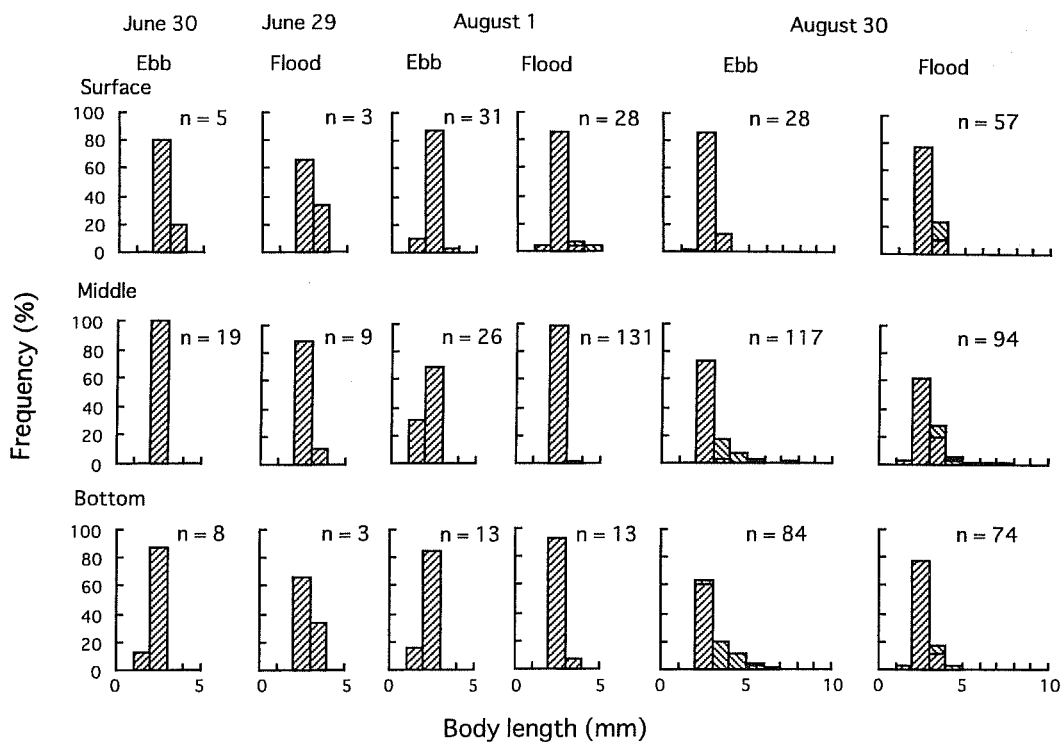


Figure 12. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Omobranchus punctatus* larvae on June 29, 30 and August 1, 30, 2000. Otherwise same as in Fig. 7.

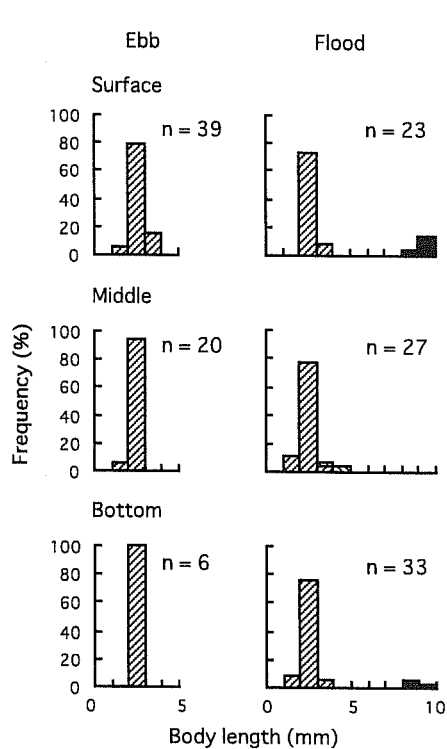


Figure 13. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Parablennius yatabei* larvae. Otherwise same as in Figs. 7, 10.

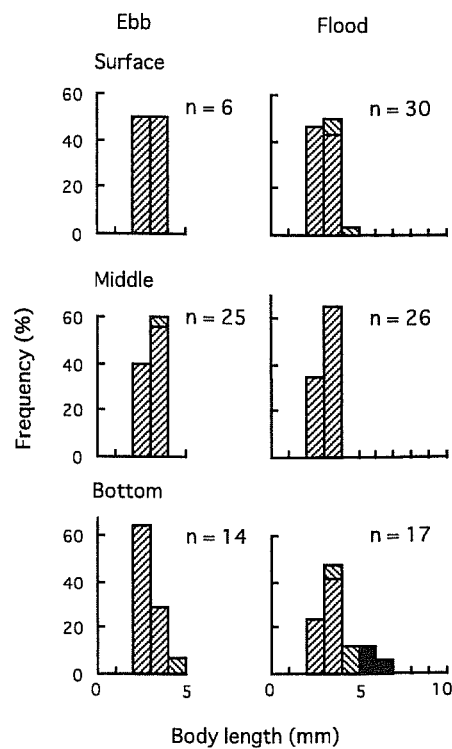


Figure 14. Tidal and vertical comparisons of size and developmental stages for *Laiphognathus multimaculatus* larvae. Otherwise same as in Figs. 7, 10.

の前屈曲期仔魚であったが、上げ潮時の表層、底層では後屈曲期仔魚も出現した (Fig. 13). マダラギンボは、上げ潮・下げ潮時とも主に2-4mmの前屈曲期仔魚を中心に出現した (Fig. 14).

考 察

仔稚魚の出現尾数、平均密度および種類数を上げ潮時と下げ潮時間で比較すると、いずれも前者で圧倒的に多かった (Table 1). このことは、受動的に潮流によって湾内に進入した仔魚の多くは、下げ潮時になっても湾内に留まるか、もしくは湾内で減耗していることを示唆している。同様の傾向は、オーストラリア西海岸での内湾域でもみられる (Neira and Potter, 1992).

鐘ほか (2003) は、浦ノ内湾での仔稚魚の体長の季節的变化から、カタクチイワシ、サッパはそこを成育場とするが、キビナゴ、イソギンボ科は特に成育場とはしていないことを示唆している。これらのことを考え合わせると、上げ潮時、高密度で進入したカタクチイワシ、サッパは湾内で減耗するのではなく、下げ潮時に表層の潮流 (宗景, 1986) に乗らずに湾内に留まると考えられる。

一方、キビナゴ、クロイシモチ、イソギンボ科は湾口部で上げ・下げの潮流にまかせて出入し (Figs. 4-6)、進入したとしても湾内での体長の季節的増加がほとんどなかった (鐘ほか, 2003) ことから、湾内での滞在は短期間であると思われる。宮城県万石浦におけるイカナゴ *Ammodytes personatus* も同様の傾向を示している (高橋ほか, 1986). またクロイシモチについては、湾内で口内孵化中の成魚を多数確認していることから (鐘ほか, 未発表), 本種はむしろ湾内で孵出したものが、湾外へ分散したものである。

上げ潮時に密度が高いカタクチイワシ、サッパ、テンジクダイ属 sp. 3 の鉛直分布をみると (Figs. 4-5), 塩分からみて成層をなしていた6月29日では (Fig. 3), カタクチイワシ、サッパは表層を通じて進入していた。同様に成層していた8月1日では、カタクチイワシは上げ始めでは表層から底層まで分布し徐々に表層に集積していった。鉛直的に混合していた8月30日では、サッパ、テンジクダイ属 sp. 3 は上げ始めから底層に集中し、時間の経過とともに鉛直的に分散して進入する傾向にあった。一方、上げ・下げ潮間で密度の差が顕著でなかったキビナゴ、クロイシモチ、イソギンボ科の仔魚の鉛直分布をみると (Figs. 4-6), いずれの種類も表層には分布せず、中・底層を中心に分布している傾向にある。

これらのことから、本湾、夏季では表層を通じて進入した魚種が湾内に留まる傾向にあったといえる。しかし、マコガレイ *Pleuronectes yokohamae* 仔魚は内湾には表層から底層に分布して進入する (高橋ほか, 1986) ことから、内湾への進入時の鉛直分布は、魚種によって変化することが

考えられる。

上げ・下げ潮時間で体長組成を比較すると、テンジクダイ属2種とイソギンボ科4種では、ほとんど差がみられなかったが (Figs. 10-14), カタクチイワシ、サッパ、キビナゴでは、上げ潮時での発育の進んだ大きな個体は、下げ潮時ではほとんど姿を消していた (Figs. 7-9). これらのことは、より大きなサイズで進入すれば湾内に留まりやすいことを示すとともに、イソギンボ科の仔魚は出入を繰り返していることをより明らかに示している。

カタクチイワシの体長組成は6月と8月1日の間で著しく異なっていた (Fig. 7). すなわち、後者の方で、後屈曲期仔魚の割合が圧倒的に多くなり、それ以前の発育段階の仔魚が激減している。このことは、湾外でのカタクチイワシの産卵が8月には減少し、沿岸域での早期仔魚の密度が低くなったことを示している。土佐湾では8月から翌年3月の間、カタクチイワシの産卵は減少する (松木ほか, 1997).

明らかに湾内を成育場としている優占種 (鐘ほか, 2003) の内、トウゴロウイワシ科 *Atherinidae*, クロサギ, クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*, コトヒキ *Terapon jarbua* は今回の潮流曳では比較的少なかった。トウゴロウイワシ科は、湾内のごく初期仔魚から成魚まで出現しており、湾内で生まれた本科魚類はその生活史を湾内で完結しているものと考えられる。一方、明らかに湾外で産卵していると考えられるクロサギ, クロダイ, コトヒキは、湾内では主に後屈曲期から出現し始め、潮流曳の前屈曲期-屈曲期よりも発育段階的に明らかに進んでおりサイズの的にも大きかった。クロサギ, コトヒキは、屈曲期でも湾内に進入していた (Table 1) が、クロダイは脊索上屈がほぼ完了する体長6mm頃から接岸を開始することが明らかになっている (Kinoshita and Tanaka, 1990). したがって、これら3種の主群は湾口部では遊泳力がかなり増大した屈曲期以降で進入するため、稚魚ネットから逃避した可能性が考えられる。さらに、これら3種がもし主に夜間湾内に進入するならば、今回の昼間だけの調査では把握できなかった可能性もある。マコガレイ・イシガレイ *Kareius bicoloratus* では発育の進んだ仔魚は昼間よりも夜間で多く採集されている (Tsuruta, 1978; 高橋ほか, 1986). また、米国ノースカロライナでの調査では、場所によって多少異なるが、夜間の網口逃避の軽減を差し引いて考えても、ニシン科の *Brevoortia tyrannus*, カタクチイワシ科の *Anchoa hepsetus* およびニベ科の *Leiostomus xanthurus* などの主要種が夜間、表層でより多く出現している (Hettler and Barker, 1993). これらの現象は浦ノ内湾湾口部においても十分起こっている可能性があり、本湾でもより詳細な仔稚魚の進入様式を把握するためには夜間採集を実施することが重要であると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有益な御助言を頂いた西日本科学技術研究所の藤田真二博士、日本海区水産研究所の南卓志博士に謹んで御礼申し上げる。調査時に御協力を頂いた高知大学海洋生物教育研究センターの井本善次、矢野 誠の両技官に対し謝意を表する。

引用文献

- Boehlert, G.W. and B.C. Mundy (1988) Roles of behavioral and physical factors in larval and juvenile fish recruitment to estuarine nursery areas. *Am. Fish. Soc. Symp.*, **3**, 51-67.
- Bourne, D.W. and J.J. Govoni (1988) Distribution of fish eggs and larvae and patterns of water circulation in Narragansett Bay, 1972-1973. *Am. Fish. Soc. Symp.*, **3**, 132-148.
- Bozeman, E.L., Jr. and J.M. Dean (1980) The abundance of estuarine larval and juvenile fish in a South Carolina intertidal creek. *Estuaries*, **3**, 89-97.
- Harris, S.A. and D.P. Cyrus (1999) Composition, abundance and seasonality of fish larvae in the mouth of Durban Harbour, KwaZulu-Natal, South Africa. *S. Afr. J. mar. Sci.*, **21**, 19-39.
- Harris, S.A., D.P. Cyrus and L.E. Beckley (2001) Horizontal trends in larval fish diversity and abundance along an ocean-estuarine gradient on the northern KwaZulu-Natal coast, South Africa. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **53**, 221-235.
- Hettler, W.F., Jr. (1989) Nekton use of regularly-flooded saltmarsh cordgrass habitat in North Carolina, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **56**, 111-118.
- Hettler, W.F., Jr. and A.J. Chester (1990) Temporal distribution of ichthyoplankton near Beaufort inlet, North Carolina. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **68**, 157-168.
- Hettler, W.F., Jr. and D.L. Barker (1993) Distribution and abundance of larval fishes at two North Carolina inlets. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **37**, 161-179.
- Kendall, A.W., Jr., E.H. Ahlstrom and H.G. Moser (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In: *Ontogeny and systematics of fishes*, eds. H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardson, *Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ.*, **1**, 11-22.
- 木村晴保 (1991) 潮汐流と湾内水の浄化、黒潮のナゾを追う、高知大学黒潮圏研究所編、高知新聞社、高知、58-59.
- 木村清志・中村行延・有瀧真人・木村文子・森浩一郎・鈴木 清 (1983) 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究—I. 魚類相とその季節的变化。三重大水産学部研報, **10**, 71-93.
- 木村清志・津本欣吾・森浩一郎 (1984) 灯火に蟬集する魚類の種類組成とその季節的变化。三重大水産学部研報, **11**, 227-239.
- Kinoshita, I. and M. Tanaka (1990) Differentiated spatial distribution of larvae and juveniles of the two sparids, red and black sea bream, in Shijiki Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1807-1813.
- 清野精次・坂野安正・浜中雄一 (1977) 若狭湾西部海域におけるヒラメ資源の研究—IV. 浮遊期ヒラメ仔魚の輸送機構。昭和50年度京都府水試報, 16-26.
- 小島純一 (1988) テンジクダイ科。日本産稚魚図鑑, 沖山宗雄編。東海大学出版会, 東京, 431-449.
- 松本征史・山本貞夫・新谷淑生・松村春樹・津野健太郎 (1997) 高知県海域における漁海況と主要魚種の資源生態。高知県水産試験場, 高知, 1-93.
- 森 慶一郎 (1995) 山口県油谷湾における魚類の生態学的研究。中央水研報, **7**, 277-388.
- 宗景志浩・木村晴保・北野元靖 (1986) 浦の内湾の内部波と底層水塊の形成機構。高知大海洋研報, **8**, 35-44.
- 村上幸二・織田純生・広田仁志 (1997) 底質環境評価手法実用試験。平成7年度高知水試事業報告, **93**, 182-191.
- 中坊徹次編 (2000) 日本産魚類検索・全種の同定, 第2版。東海大学出版会, 東京, lvi+vii+1748 pp.
- Neira, F.J. and I.C. Potter (1992) Movement of larval fishes through the entrance channel of a seasonally open estuary in western Australia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **35**, 213-224.
- Neira, F.J. and I.C. Potter (1994) The larval fish assemblage of the Norralup-Walpole estuary, a permanently open estuary on the southern coast of western Australia. *Austr. J. Mar. Freshw. Res.*, **45**, 1193-1207.
- Nelson, J.S. (1994) *Fishes of the world* (3rd ed). John Wiley & Sons, New York, xvii+600 pp.
- 大関芳沖・小野 剛・平川英人・岩槻幸雄・平野禮次郎 (1987) 松川浦におけるイシガレイ仔魚の出現について。水産増殖, **35**, 83-90.
- Shenker, J.M. and J.M. Dean (1979) The utilization of an intertidal salt marsh creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation. *Estuaries*, **2**, 154-163.
- 高橋清孝・星合愿一・阿部洋士 (1986) 石巻湾および万石浦におけるマコガレイ浮遊期仔魚の分布と移動。水産増殖, **34**, 1-8.
- Tsuruta, Y. (1978) Field observations on the immigration of larval stone flounder into the nursery ground. *Tohoku J. Agr. Res.*, **29**, 136-145.
- 上野正博 (1991) 卵仔稚魚の分布・移動と湾口水路での海水交換。流れと生物と—水産海洋学特論—, 川合英夫編。京都大学学術出版会, 京都, 79-94.
- Warlen, S.M. and J.S. Burke (1990) Immigration of larvae of fall/winter spawning marine fishes into a North Carolina estuary. *Estuaries*, **13**, 453-461.
- 鐘 俊生・木下 泉・久保美佳・杉山さやか (2003) 浦ノ内湾に出現する仔稚魚とその季節変化。水産海洋研究, **67**, 9-22.