

土佐湾の碎波帯に出現するアユ仔稚魚の食性

浜田理香・木下泉

Feeding Habit of Larval and Juvenile Ayu, *Plecoglossus altivelis* in the Surf Zone of Tosa Bay, Japan

Rika Hamada and Izumi Kinoshita

(Received June 5, 1987)

A total of 7,000 larval and juvenile *Plecoglossus altivelis* was collected at semimonthly intervals with a small seine in a surf zone of Tei beach facing Tosa Bay during the period of June 1982 to May 1983. They occurred in the surf zone from middle October to middle May. About 500 larvae and juveniles (10.9–59.9 mm TL) were used to examine their feeding habit. The feeding incidences by collection dates fluctuated from 0 to 100%, with 90.6% in total incidence. They fed mainly on copepods (e.g. *Paracalanus parvus* and *Oithona* spp.) throughout postlarval and juvenile stages, while they first took small benthic animals at 53.0 mm TL. Their food compositions were influenced fundamentally by the planktonic fauna of the surf zone, but larvae under 20 mm TL tended to take relatively larger copepods.

(Nishinohon Institute of Technology, 9-30 Wakamatsu-cho, Kochi 780, Japan)

両側回遊性のアユ *Plecoglossus altivelis* (Temminck et Schlegel) は、日本列島、琉球列島のほぼ全域に分布し、内水面漁業における重要魚種の1つである。年魚である海産アユは、その一生の約半分にあたる仔稚魚期を海域で生活するにもかかわらず、この時期の生活史については十分な研究がなされていない(鈴木, 1942 a, b; 堀田, 1953; 加藤, 1954; 高松, 1965, 1967; 千田, 1967; 福田ほか, 1975)。このことは、海洋生活期の仔稚魚の主分布域がよくわからていなかったことに起因する。

近年、土佐湾、九州西海岸の砂浜海岸の碎波帯においてアユ仔魚が大量に出現し、本種の主分布域が碎波帯のようなごく浅海域であることがほぼ明らかにされた(Senta and Kinoshita, 1985)。ここでは、本種の仔稚魚期における食性を調べ、碎波帯のようなごく浅海で生息することの生態学的意義を究明しようとした。

材料および方法

調査地点は、土佐湾に面した高知県手結にある砂浜海岸の碎波帯である(Fig. 1)。1982年6月–1983年5月までの期間に、仔稚魚を月2回、消化管内容物と比較するためのプランクトンを月1回の頻度で昼間にそれぞれ採集した。仔稚魚の採集には、中央に袋網を設けた1×

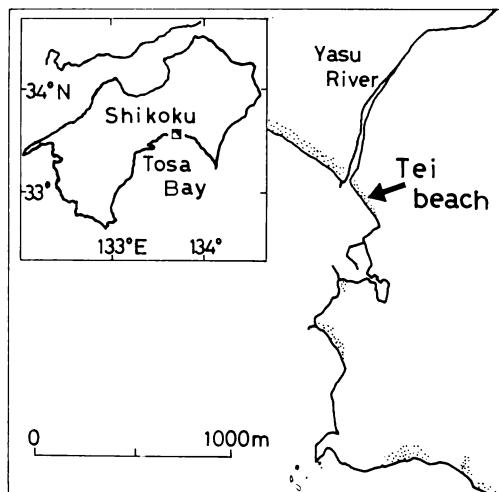


Fig. 1. A chart showing Tei beach facing Tosa Bay where collections in the surf zone were made.

4 m の小型曳網を用いた(Kinoshita, 1986 参照)。プランクトンは、北原式定量ネット(網目 XX13)を使用し、碎波帯表層を海岸線に沿って 50 m 水平曳きして採集した。採集物は、その場でただちに 10% 海水ホルマリンで固

Table 1. Collection records of larval and juvenile ayu with a 1×4 m seine in surf zone of Tei beach facing Tosa Bay and their feeding incidence by collection dates.

Date d m y	Fishes collected		Fishes examined			Feeding incidence (%)
	Total no.	No./haul	No.	Total length (mm) Range	Mean	
11 Oct. 82	1	0.2	1		13.2	100.0
17 Nov. 82	208	52.0	71	10.9-23.5	15.2	87.3
1 Dec. 82	318	159.0	43	11.2-26.5	16.0	93.0
11 Dec. 82	3	0.9	3	15.0-16.0	15.4	0
25 Dec. 82	1,836	459.0	56	13.0-24.5	18.6	100.0
11 Jan. 83	32	6.4	29	11.0-31.5	15.1	93.1
24 Jan. 83	3	0.6	3	12.0-16.7	14.6	0
20 Feb. 83	5	1.0	5	34.0-46.0	40.1	0
28 Feb. 83	178	41.9	51	18.0-50.7	25.7	92.2
12 Mar. 83	1,862	372.4	93	18.0-30.8	24.5	83.9
26 Mar. 83	864	216.0	64	21.0-59.9	30.8	100.0
25 Apr. 83	1,688	422.0	81	27.0-42.5	33.1	98.8
11 May 83	2	0.5	2	32.4-33.2	32.8	0

定した。

消化管（口腔から直腸）内容物の観察は、1網で採集された仔稚魚ごとに行い、原則的に摂餌個体数が20尾になった時点で打ち切った。摂餌率は、消化管内に餌生物が認められた尾数のこれら観察尾数に占める割合である。消化管内を観察したアユについては、全長（mm）を測定した。主な餌生物であったかいあし類は、Mori (1937), 山路 (1984), Nishida (1985) に従って査定し、それらの一部は体長（mm）を測定した。

結 果

1. 出現状況 アユ仔稚魚は10月中旬-5月中旬に合計7,000尾出現し、量的に最も多かったのは、12月下旬であった。出現時の水温、塩分の範囲は、それぞれ13.5(1月下旬)-24.3°C(10月中旬), 26.1-33.0‰であった。

2. 摂餌率 観察した502尾中(10.9-59.9 mm TL), 455尾の消化管内に餌生物が認められ、摂餌率は90.6%であった。

各採集日ごとの摂餌率は、0-100%の範囲で変動したが、まとまった数(41.9尾以上/1曳網)のアユ仔稚魚が採集された日の摂餌率はすべて80%以上(平均93.6%)であった(Table 1)。

サイズ別(8 mm TL間隔)の摂餌率の最高は、51.1 mm TL≤の100%で、最低は43.1-51.0 mm TLの66.7%であった。また、最小個体群(19.0 mm TL≥)の摂餌率は89.0%であった。以上のように、成長に伴う摂餌率の差は認められなかった。

3. 消化管内容物 アユ仔稚魚の消化管内容物には、*Paracalanus parvus*, *Oithona* spp. などのかいあし類(coopepodite, adult)が多く、全餌生物個体数の83.5%を占めた。これに続いてかいあし類幼生(nauplius, 9.1%), 尾虫類(1.7%), 多毛類幼生(1.5%)などが比較的多くみられた(Table 2)。

Table 2. Percentage composition of prey number in the guts of 455 larval and juvenile ayu from middle October to middle May.

Food items	%
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.3
<i>P. parvus</i>	46.1
Paracalanidae	1.2
<i>Clausocalanus</i> spp.	0.9
<i>Acartia</i> spp.	1.3
Calanoida	15.3
<i>Oithona fallax</i>	2.3
<i>O. longispina</i>	1.2
<i>O. plumifera</i>	0.3
<i>O.</i> spp.	7.3
Cyclopoida	0.3
Harpacticoida	0.8
Copepodite	6.2
Copepoda nauplius	9.1
Polychaeta larva	1.5
Balanidae nauplius	0.1
Gammaridea	0.3
Appendicularia	1.7
Insecta	0.5
Others	3.3

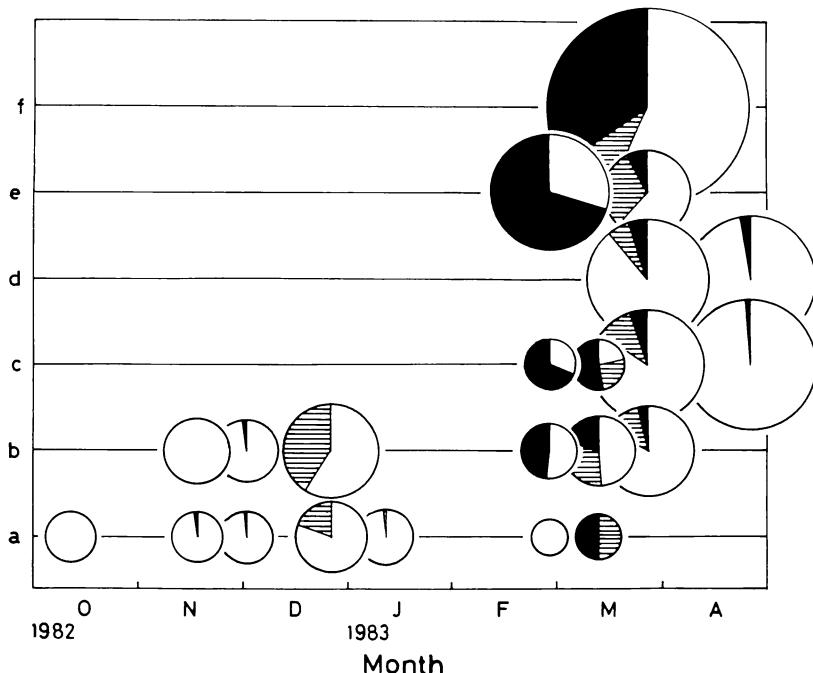


Fig. 2. Percentage composition of food number in the gut of ayu by size ranges and collection dates. The diameter of each circle is drawn in proportion to the cubic root of number per one individual, of which the largest was 208 preys in range f on March 26. Open, shaded and solid areas represent copepodite, copepod nauplius and the other zooplankton, respectively. Alphabetical letters ranging on left vertical axis indicate class of size: a, 11.1-19.0 mm in total length; b, 19.1-27.0 mm; c, 27.1-35.0 mm; d, 35.1-43.0 mm; e, 43.1-51.0 mm; f, 51.1-59.9 mm.

Fig. 2 は、消化管内容物組成を採集日別、サイズ別に示したものである。ここでは、消化管内容物をかいあし類 (copepodite, adult), かいあし類幼生 (nauplius) およびその他の生物の 3 群に大別した。いずれのサイズ群においてもかいあし類が主な内容物であったが、成長に伴いその他の生物（多毛類幼生、ヨコエビ類など）の割合が高くなっていた。しかしながら、同一サイズ群でも採集日によって内容物組成は変化した。例えば、a, b 群では、10-1 月までの消化管内容物は、ほぼかいあし類とかいあし類幼生で占められていたが、2 月以後では、その他の生物の出現が顕著になった。また、e 群では、2 月下旬の消化管内容物は、すべてかいあし類と他の生物によって占められていたのに対し、3 月下旬のものではかいあし類幼生が 31% 出現していた。

サイズ別の捕食アユ 1 尾当たりのかいあし類の被捕食個体数は、a 群では 0.0-8.0 (平均 3.4) 個体、b 群では 1.8-17.7 (平均 8.1) 個体、c 群では 0.7-59.7 (平均 23.8) 個体および f 群で 117 個体であった。かいあし類の被捕食個

体数は、いずれのサイズ群とも採集日により変動したが、おおよそ成長に伴い増加した (Fig. 2)。

4. 消化管内と環境中における動物プランクトンの比較種組成: Table 3 は、アユ仔稚魚の消化管内餌生物組成 (G) とそれらの生息環境中の動物プランクトン組成 (S) を比較したものである。12 月 25 日、2 月 28 日、4 月 25 日では、消化管内と環境中の組成はよく類似していた。すなわち、12 月 25 日では *Oithona* 類、かいあし類幼生が、2 月 28 日では多毛類幼生 (スピオ科 Spioniidae) が、4 月 25 日ではかいあし類 (とくに *Paracalanus* 類) が消化管内、環境中とも高頻度で出現した。

一方、12 月 1 日、3 月 26 日では両者の組成は大きく異なっていた。すなわち、12 月 1 日では、消化管内の最多のかいあし類の種類は *Clausocalanus* spp. であったのに対し、環境中のそれは *Paracalanidae* であった。3 月 26 日においては、消化管内ではかいあし類が約 80% と過半数を占めていたが、環境中ではかいあし類幼生が約 60% とその過半数を占めていた。さらに、両者における

かいあし類の組成を比較すると、消化管内では、Calanoida類が *Oithona*類の約5倍出現していたが、環境中では、これら2つのグループの割合はほぼ同じだった。

種類への選択性：Ivlevの選択性指標 E (Ivlev, 1955) を用いて餌生物の種類に対する選択性を検討した。選択性指標 E は次式であらわされる。

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

なお、 r_i と p_i はそれぞれ消化管内と環境中における餌生物 i 種の個体数百分率である。対象とした種類は、かいあし類、かいあし類幼生、多毛類幼生、フジツボ類幼生、尾虫類であり、このうち、かいあし類を Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida の3目にわけた (Fig. 3)。Calanoida に対する E 値はつねに + を示した。Cyclopoida に対するそれは、12月では + 側に、3, 4月では - 側にあった。Harpacticoida および多毛類幼生に対する E 値は、ほとんどのサンプルで - を示したが、環境中でかいあし類の出現量が極めて少なかつた2月28日 (Table 3) では 0 に近い値を示した。かいあし類幼生は、環境中、消化管内とも、かいあし類のつぎに出現個体数が多かったが、これに対する E 値はつねに - 側にあった。

餌生物の大きさ：主な餌生物であったかいあし類の大

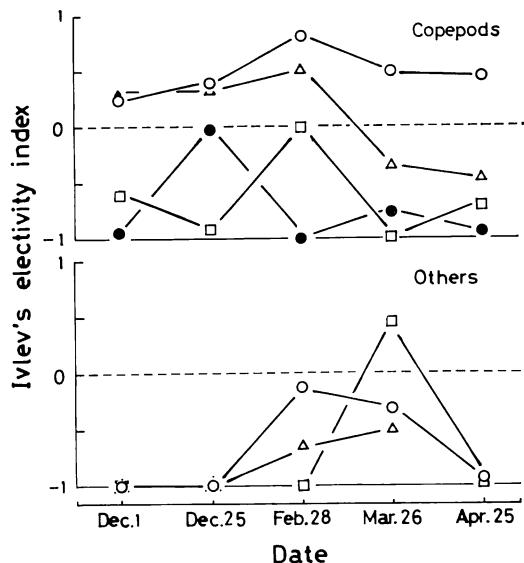


Fig. 3. Ivlev's electivity indices of seven major groups by collection dates. Open circles, triangles and squares represent Calanoida, Cyclopoida and Harpacticoida in upper and Polychaeta, Balanidae and Appendicularia in lower, respectively. Solid circles indicate copepod nauplius.

Table 3. Comparison of percentage compositions of zooplankton number found between in the guts (G) and in the surf zone (S, number per 0.1 m³). +, less than 0.05%.

Date	Dec. 1		Dec. 25		Feb. 28		Mar. 26		Apr. 25	
	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S
No. of zooplankton	175	1,012	821	380	257	148	2,694	2,355	4,700	198
Food items										
<i>Paracalanus aculeatus</i>	3.4	0.1	2.4							
<i>P. parvus</i>	9.7	2.5	1.6	1.2	3.1		0.2	+	93.1	17.3
Paracalanidae	6.9	27.6	5.2	2.9	10.5	0.3	0.1	16.3		16.2
<i>Clausocalanus</i> spp.	30.8	0.2	1.2						+	0.6
<i>Acartia</i> spp.	4.6	0.1	1.3		0.4		0.8			1.3
Calanoida	2.3	4.1	3.8	2.6	2.3	1.5	48.4	0.2	0.9	3.4
<i>Oithona fallax</i>	10.3	0.4	15.0	1.4			+			
<i>O. longispina</i>	0.6	0.5	11.6	0.6						
<i>O. plumifera</i>	6.9	0.1	2.4	0.3						
<i>O.</i> spp.	13.1	15.6	20.7	21.8	5.1	1.8	9.6	18.9	1.9	3.9
Cyclopoida	1.1	1.5	0.3	0.6	5.1	1.5	+	0.8	0.1	1.1
Harpacticoida	1.1	4.6	0.4	10.8	13.9	12.8	+	1.3	0.6	3.4
Copepodite	8.0	0.5	1.9		3.5		16.3	+	0.9	0.6
Copepoda nauplius	0.6	25.7	31.7	37.5		17.6	11.1	58.7	0.1	37.4
Polychaeta larva		6.7		8.4	47.5	61.2	0.7	1.3	0.1	3.4
Balanidae nauplius		6.6		0.6	0.4	1.8	0.1	0.3		
Gammaridea					4.7		0.5		+	
Appendicularia		0.3				0.3	6.3	2.1		8.3
Insecta							1.7		+	
Others	0.6	2.9	0.5	11.3	3.5	1.2	4.0	+	0.8	4.4

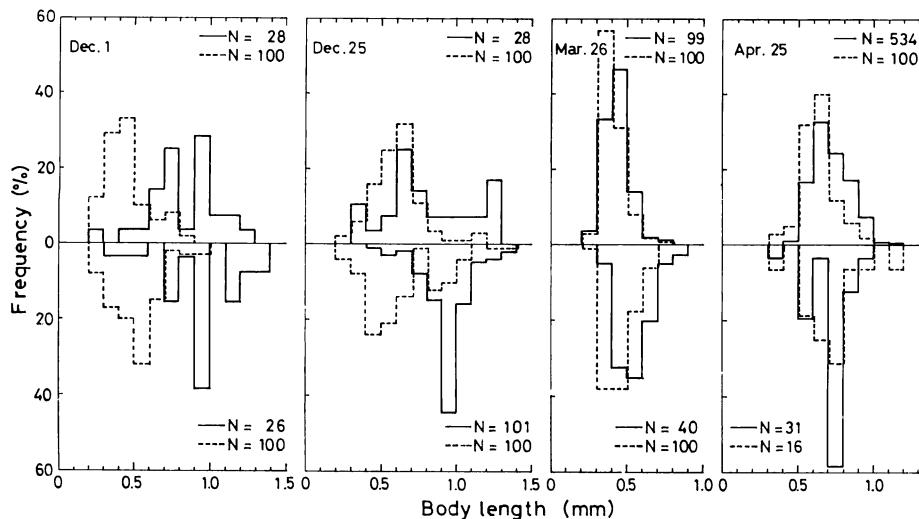


Fig. 4. Comparison of the length frequencies of copepodites in the guts of ayu (solid line) with those collected in the surf zone (broken line) on December 1 and 25, 1982, March 26, and April 25, 1983. Upper and lower histograms represent Calanoida and Cyclopoida, respectively.

大きさを Calanoida と Cyclopoida の 2 目にわけて、消化管内と環境中のものとで比較した (Fig. 4). 12 月 1 日 (アユの平均全長 16.0 mm) では、環境中の Calanoida および Cyclopoida の体長モードは、それぞれ 0.41-0.50 mm および 0.51-0.60 mm にあったのに対し、消化管内のそれらは 2 目とも 0.91-1.00 mm にあった。12 月 25 日 (アユの平均全長 18.6 mm) では、Calanoida の体長モードは、環境中、消化管内とも 0.61-0.70 mm にあった。しかし、後者では、前者にくらべ、0.71 mm 以上の大きな個体が多く出現していた。一方、Cyclopoida の体長モードは、環境中で 0.41-0.50 mm、消化管内で 0.91-1.00 mm にあった。以上、12 月 1, 25 日では、かいあし類の大きさは、消化管内のものが環境中のものより大きい傾向にあった。

3 月 26 日 (アユの平均全長 30.8 mm) では、Calanoida および Cyclopoida の体長モードは、それぞれ、消化管内で 0.41-0.50 mm および 0.51-0.60 mm、環境中で 0.31-0.40 mm および 0.31-0.50 mm にあった。4 月 25 日 (アユの平均全長 33.1 mm) では、消化管内の 2 目の体長モードは、環境中のものと完全に一致していた。体長モードは、Calanoida では 0.61-0.70 mm に、Cyclopoida では、0.71-0.80 mm にそれぞれみられた。以上、3 月 26 日、4 月 25 日では、消化管内と環境中におけるかいあし類の体長組成は極めて類似していた。

考 察

イワシ類のシラス型仔魚の摂餌率に関しては、ニシン *Clupea pallasi* (10.0-13.0 mm TL) で 61% という報告もあるが、マイワシ *Sardinops melanosticta* (14 mm SL 以下) で 8%, *Engraulis ringens* (3.0-30.0 mm TL) で 22%, カタクチイワシ *Engraulis japonica* で約 20% (20 mm TL 以下) および 23.1% (13.3-43.8 mm TL) のように一般的に低いものが多い (山下, 1955; 三上ほか, 1961; 中井ほか, 1969; De Mendiola, 1974; 魚谷, 1985)。一方、これらシラス型仔魚に対し、碎波帯に出現したアユの摂餌率は、大きさおよび採集日にかかわらずほぼ一定して高い値を示した (Table 1)。同様の結果は、同調査地点において 1981 年 10 月から 1982 年 4 月に採集されたアユについても得られており、その各曳網ごとに求めた摂餌率の大半は 80% 以上の値を示している (浜田・木下, 1983)。また、碎波帯に出現する他のシラス型仔魚であるコノシロ *Konosirus punctatus*, サッパ *Sardinella zunasi* でも多くの個体が摂餌していることが観察されている (木下, 未発表)。よって、碎波帯に出現するアユと他水域に出現するシラス型仔魚との摂餌率の差は、碎波帯が他海域よりも餌料環境が良好であることを示唆している。

碎波帯のかいあし類およびかいあし類幼生の個体数密度を南日本沿岸域のもの (税所・藤井, 1970; 服部, 1979; 弘田, 1980) と比較したが、碎波帯でとくに高い傾

向は認められなかった。碎波帯のどのような環境要因がアユの高摂餌率に関与しているかについては、今後さらに詳しく研究する必要がある。

碎波帯に出現したアユ仔稚魚の主な消化管内容物は、その大きさにかかわらずかいあし類を中心とする動物プランクトンであったが、51.1–59.9 mm TL のアユでは、ドロクダムシ類やユスリカ科幼虫などの底生動物も摂餌していた。このように、成長に伴う急激な食性的転換は認められないものの、50 mm TL をこえる頃から底生性の餌料生物への依存を示し始めるようである。山路ほか(1965)も、46–55 mm SL になって始めてアユは底生動物を捕食することを報告している。

12月に出現した早期の仔魚では、選択指數の高かった Calanoida および Cyclopoida の中でも大型の個体を環境中から選択的に摂餌している傾向が認められた。しかし、海洋生活期も終りに近い 3, 4 月のより成長したアユでは、消化管内と環境中のかいあし類の大きさはほぼ等しく、かいあし類の大きさに対する選択性は認められなかった(Fig. 4)。これらのこととは、アユ仔魚の摂餌要求量が成長に伴い増大し、このため、かいあし類を大きさで選択し 1 個体づつ摂餌していたのが、これを群ごと摂餌するようになったことを意味すると思われる。一方、3, 4 月の Calanoida に対する選択指數と Cyclopoida に対するそれは、環境中における両者の体長組成がほぼ同じであったにもかかわらず大きく異なっていた(Fig. 3)。Tanaka (1985) は、マダイ稚魚はかいあし類の *Acartia* を多く摂餌し、*Acartia* の海底直上での濃密なバッヂ状分布がマダイの摂餌にとって好ましいのであろうと述べている。このことと同様に、もし、Calanoida と Cyclopoida との間で碎波帯での分布状態に相違があったとすれば、その違いが、摂餌要求量の増大したアユの両者に対する選択指數に反映したのかもしれない。

謝 詞

本原稿を細部に渡って校閲していただいた高知大学教授谷口順彦博士に謹んで深謝の意を表す。本研究を進めて行くにあたり、終始励まして下さった西日本科学技術研究所福留脩文所長ならびに採集を手伝って下さった同研究所研究員高橋勇夫氏、藤田真二氏に謝意を表する。かいあし類の同定を懇切丁寧に御指導下さった熊本大学理学部教授弘田禮一郎博士に感謝申し上げる。本研究の一部は、財団法人日本生命財団の研究助成費によってなされた。同財団に感謝の意を表する。

引 用 文 献

- De Mendiola, B. R. 1974. Food of the larval anchoveta *Engraulis ringens* J. Pages 277–285 in J.H.S. Blaxter, ed. The early life history of fish. Springer-Verlag, Berlin.
- 福田富男・安家重材・唐川純一・寺島 朴. 1975. 高梁川下流におけるアユ流下仔魚およびそ上アユについて—I. 岡山県水産試験場事業報告書, 昭和 49 年度: 198–219.
- 浜田理香・木下 泉. 1983. 碎波帶に出現するアユ仔稚魚の生態 I. 出現の季節変化と摂餌生態. 日本魚類学会年会講演要旨, 昭和 58 年度: 19.
- 服部茂昌. 1979. プランクトン, 土佐湾浮流油の漁業への影響調査報告書, アルサビア号事故およびマイティトレイダー号事件, pp. 129–143. 高知県.
- 弘田禮一郎. 1980. 濑戸内海の動物プランクトン. 月刊 海洋科学, 12(10): 730–737.
- 堀田秀之. 1953. 海産稚鮎の生態に就いて. 魚類学雑誌, 3(1): 15–20.
- Ivlev, V. S. 1955 (児玉康雄・吉原友吉訳, 1975). 魚類の栄養生態学. 第 3 刷. たたら書房, 米子, v+261 pp.
- 加藤 孝. 1954. 徳島県沿岸に於ける海産稚鮎の生態の二・三について. 日本国水産学会誌, 20(1): 4–9.
- Kinoshita, I. 1986. Postlarvae and juveniles of silver sea bream, *Sparus sarba* occurring in the surf zones of Tosa Bay, Japan. Japan. J. Ichthyol., 33(1): 7–12.
- 三上正一・田村真樹・八木英子・飯塚 篤. 1961. ニシン, *Clupea pallasi* C. et V., の初期生活史の研究. I. 厚岸湾における仔魚の棲息域と食性について. 北海道水産研究所報告, (23): 1–16.
- Mori, T. 1937. The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan. Yokendo, Tokyo, 150 pp., 80 pls.
- 中井甚二郎・小坂昌也・小椋将弘・林田豪介・下園栄昭. 1969. カタクチイワシシラスの食性および栄養状態指標形質との関係. 東海大学紀要海洋学部, (3): 23–34.
- Nishida, S. 1985. Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Oceans. Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, (20): 1–167.
- 税所俊郎・藤井清文. 1970. 志布志湾におけるプランクトンの季節的変化について. 鹿児島大学水産学部紀要, 19: 113–134.
- 千田哲資. 1967. 河口堰沖合海域における稚アユの生態. 木曾三川河口資源調査報告, (3): 93–111.
- Senta, T. and I. Kinoshita. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. Trans. Amer. Fish. Soc., 114(4): 609–618.
- 鈴木 順. 1942a. 静岡県吉田村地先のシラスアユに就いて. 水産研究誌, 37(1): 12–17.
- 鈴木 順. 1942b. シラス鮎及び瀬戸内海稚鮎の食餌. 水産

- 研究誌, 37(2): 35-38.
- 高松史郎, 1965. 伊勢湾における海産稚アユの生態.
1964年10月-1965年5月の分布と組成. 木曾三川
河口資源調査報告, (2): 1-49.
- 高松史郎, 1967. 伊勢湾における海産稚アユの生態.
1965年11月-1966年5月の分布. 木曾三川河口資
源調査報告, (3): 81-92.
- Tanaka, M. 1985. Factors affecting the inshore
migration of pelagic larval and demersal juvenile
red sea bream *Pagrus major* to a nursery ground.
Trans. Amer. Fish. Soc., 114(4): 471-477.
- 魚谷逸朗, 1985. カタクチシラスの摂餌方法と食性. 日
本水産学会誌, 51(7): 1057-1065.
- 山路 勇, 1984. 日本海洋プランクトン図鑑. 第3版.
保育社, 大阪, x+x+xxiv+537 pp.
- 山路 勇・高松史郎・平井久男, 1965. 海産稚仔アユの
食性. 木曾三川河口資源調査報告, (2): 533-540.
- 山下秀夫, 1955. 九州西海域のマイワシの生長と食餌の
関係. 日本水産学会誌, 21(7): 471-475.

(780 高知市若松町 9-30 西日本科学技術研究所)