

人工採苗シマアジ仔稚魚の相対成長

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
巻/号	403
掲載ページ	p. 253-259
発行年月	1992年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



人工採苗シマアジ仔稚魚の相対成長

川辺勝俊¹⁾・中野 卓²⁾・村井 衛¹⁾・隆島史夫³⁾

(¹⁾東京都水産試験場, ²⁾東京都総務局小笠原支庁, ³⁾東京水産大学)

Relative Growth of Larval and Juvenile Striped Jack, *Pseudocaranx dentex*

Katsutoshi KAWABE, Taku NAKANO, Mamoru MURAI, and Fumio TAKASHIMA

Abstract

The relative growth of larval and juvenile striped jack *Pseudocaranx dentex* was calculated on 23 external characteristics against the standard length (SL) and indicated by allometry formulae.

Positive allometric growth was shown under 9 mm in SL, while isometric or negative growth was recognized above that body length. Growth inflectional points were found under 9 mm in SL, the turning point from the stage of larvae to juvenile. These inflectional points were also corresponded with following periods through the breeding process; start of feeding on rotifer, the first feeding on *Artemia nauplii*, and the development of digestive tract and fin rays.

著者らはシマアジ, *Pseudocaranx dentex* の種苗生産技術の向上をはかることを目的とし, 初期発育過程における基礎的研究を行ってきた¹⁻³⁾。

これまで, 本種に関して未成魚の養成試験に関する報告はあるものの⁴⁻⁶⁾, 仔稚魚期の相対成長についてはない。他魚種では, 成長の過程でみられる成長屈折点は仔稚魚の生理や行動の質的な変化に対応することが知られている⁷⁻¹⁰⁾。したがって, この点を知ることにより体各部の成長や器官の発育段階を把握でき, 仔稚魚期の成長様式を明らかにできる。

そこで本報では, 自然産出卵をふ化させて人工飼育したシマアジ仔稚魚の相対成長について検討し, 成長過程における形態の変化を明らかにしたので, 以下にその概要を報告する。

材料および方法

供試魚の飼育 1989年2月2日に東京都小笠原水

産センター陸上産卵池で養成中のシマアジ親魚から自然産卵により得た受精卵をふ化させ, 得られた仔稚魚を飼育し, 供試魚として用いた。産卵時の水温は20.0℃であった。受精卵は, ふ化直前まで流水式の卵管理ネット内で管理し, その後, ふ化直前に卵約150,000粒を10tコンクリート製角型水槽に収容した。

ふ化仔魚へはふ化後4日目からS型シオミズツボウムシ, *Brachionus plicatilis* を与えた。以後に使用した餌料の種類と投与期間はFig. 1に示した。そして, 給餌開始と同時に飼育水槽にはナンノクロロプシス, *Nannochloropsis* sp. 海水を添加した。照明は午前8時より午後5時まで点灯し, 水面照度は1,500~3,000 luxとした。飼育水槽の換水量は1.5~4回転/日で, 毎日消灯前に水槽底の残餌および糞等を掃除した。

飼育水温はふ化後4日目から徐々に昇温させ, 15日目までには25℃に達するようにした。以後39日目までこの水温を保った。また, ふ化後39日目より沖

受領日: 1992(H4)年1月13日

索引語: シマアジ/相対成長/仔稚魚

連絡先: 〒100-21 東京都小笠原村父島 東京都小笠原水産センター 川辺勝俊

Address: K. KAWABE, Tokyo Metropolitan Ogasawara Fisheries Center, Chichi-jima, Ogasawara, Tokyo 100-21, Japan

出しまでは、この時期の海面水温である約 20℃ まで水温を降下させた。沖出しはふ化後 47 日目に行い、以後は海面網生簀内で飼育した。網生簀内の水温は 20～22℃ であった。

供試魚の採集と方法 供試魚はふ化後 30 日目までは毎日、以後 73 日目までは 3 日おきに各回約 50 尾を

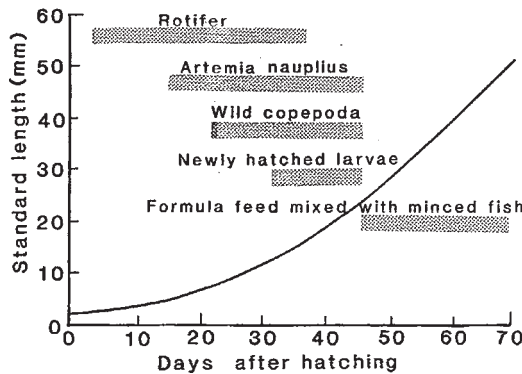


Fig. 1. Growth of Striped jack *Pseudocaranx dentex* larvae and juvenile. Shaded bars show the duration of different food items.

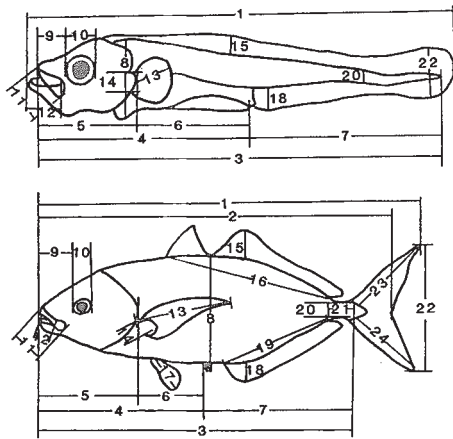


Fig. 2. Measured parts on Striped jack *Pseudocaranx dentex* larvae and juvenile; Numbers indicate the portions as follows; 1 total length, 2 fork length, 3 standard length, 4 preanal length, 5 head length, 6 trunk length, 7 tail length, 8 body length, 9 snout length, 10 eye diameter, 11 upper jaw length, 12 lower jaw length, 13 pectoral fin length, 14 pectoral fin base length, 15 dorsal fin length, 16 dorsal fin base length, 17 pelvic fin length, 18 anal fin length, 19 anal fin base length, 20 caudal peduncle length, 21 caudal peduncle length, 22 caudal fin height, 23 upper caudal lobe length, 24 lower caudal lobe length.

取り上げて、2%中性ホルマリン液で固定した。測定は、ホルマリン固定に伴う体の収縮がほとんど停止した固定後 2ヶ月以上を経過した標本について行った。測定は Fig. 2 に示した 24 部位について、マイクロメーターあるいはノギスを用いて 0.01 mm まで行った。

Table 1. Allometry of the relative growth of Striped jack *Pseudocaranx dentex* larvae and juvenile, calculated on the 23 portions of body ($\ln y = \ln a + b \ln x$)

The parts of measuring	Range of standard length (mm)	Allometry		Correlation coefficient
		$\ln a$	b	
Total length	2.1~ 5.5	0.11	0.97	0.99
	~ 6.2	- 1.03	1.63	0.88
Fork length	~60.8	0.15	1.01	0.99
	5.8~ 6.5	- 1.81	2.04	0.98
Preanal length	~60.8	0.18	0.98	0.99
	2.3~ 3.4	- 0.11	0.55	0.83
Head length	~ 7.2	- 0.81	1.12	0.98
	~60.8	- 0.37	0.90	0.99
Trunk length	3.2~ 8.4	- 2.12	1.56	0.99
	~60.8	- 0.58	0.84	0.99
Tail length	3.2~ 3.6	- 1.50	1.22	0.88
	~ 4.6	- 0.14	0.15	0.17
Body depth	~ 7.3	- 1.12	0.80	0.72
	~12.6	0.06	0.20	0.21
Snout length	~60.8	- 2.46	1.19	0.96
	2.3~ 3.6	- 1.43	1.58	0.97
Eye diameter	~60.8	- 0.87	1.04	0.99
	3.1~ 6.0	- 3.20	2.27	0.98
Upper jaw length	~60.8	- 0.84	0.95	0.99
	3.2~ 4.0	- 8.18	5.11	0.79
lower jaw length	~60.8	- 2.63	1.07	0.99
	3.1~ 8.2	- 3.51	1.75	0.96
Pectoral fin length	~60.8	- 1.39	0.74	0.99
	3.2~ 6.5	- 3.74	2.05	0.98
Pectoral fin base length	~60.8	- 1.38	0.79	0.99
	11.4~60.8	- 1.93	0.90	0.98
Dorsal fin length	~60.8	- 8.06	5.53	0.71
	3.2~ 4.0	- 3.04	1.71	0.96
Dorsal fin base length	~60.8	- 1.04	0.95	0.99
	3.6~ 6.4	- 4.72	2.35	0.96
Pelvic fin length	~60.8	- 1.57	0.66	0.99
	3.1~ 3.3	- 4.33	2.59	0.66
Anal fin length	~ 5.3	- 0.62	-0.53	0.49
	~ 6.8	- 7.66	3.77	0.86
Caudal peduncle length	~60.8	- 2.18	0.94	0.97
	7.3~60.8	- 0.93	1.09	0.99
Caudal peduncle depth	5.9~ 9.4	-10.21	4.77	0.93
	~60.8	- 1.50	0.88	0.99
Upper caudal lobe length	3.1~ 4.4	- 2.62	1.04	0.79
	~ 5.3	- 0.45	-0.43	0.29
Lower caudal lobe length	~ 6.4	- 7.48	3.79	0.87
	~14.2	- 2.82	1.27	0.94
Upper caudal lobe height	~60.8	- 1.23	0.68	0.95
	7.3~60.8	- 1.53	1.16	0.99
Lower caudal lobe height	6.5~ 8.5	- 3.04	1.44	0.77
	~60.8	- 1.96	0.93	0.99
Upper caudal lobe length	~60.8	- 5.66	2.61	0.98
	3.1~ 7.0	- 2.21	0.84	0.99
Lower caudal lobe length	3.1~ 7.2	- 2.39	1.45	0.95
	~60.8	- 1.37	1.01	0.99
Upper caudal lobe height	6.0~15.1	- 2.55	1.42	0.98
	~60.8	- 0.85	0.80	0.98
Lower caudal lobe height	6.0~15.5	- 2.39	1.37	0.98
	~60.8	- 0.80	0.78	0.99

相対成長式の算出 相対成長は、標準体長を基準とした一般的なアロメトリ式 $[\ln y = \ln a + b \ln x]$ によって表わした。ここで x は標準体長 (mm), y は各部位長 (mm), a は初期成長指数, b は相対成長係数である^{7,8)}。なお、標準体長は以後「体長」と略記した。また、本報では、 $b \geq 1.05$ の場合を優成長, $0.95 \leq$

$b < 1.05$ を等成長, $b < 0.95$ を劣成長とみなした。

結果および考察

供試魚の絶対成長は Fig. 1 に示したとおりで、ふ化後 72 日目には体長がほぼ 60 mm となった。各部位の相対成長は Table 1 ならびに Fig. 3-A~W に示した。

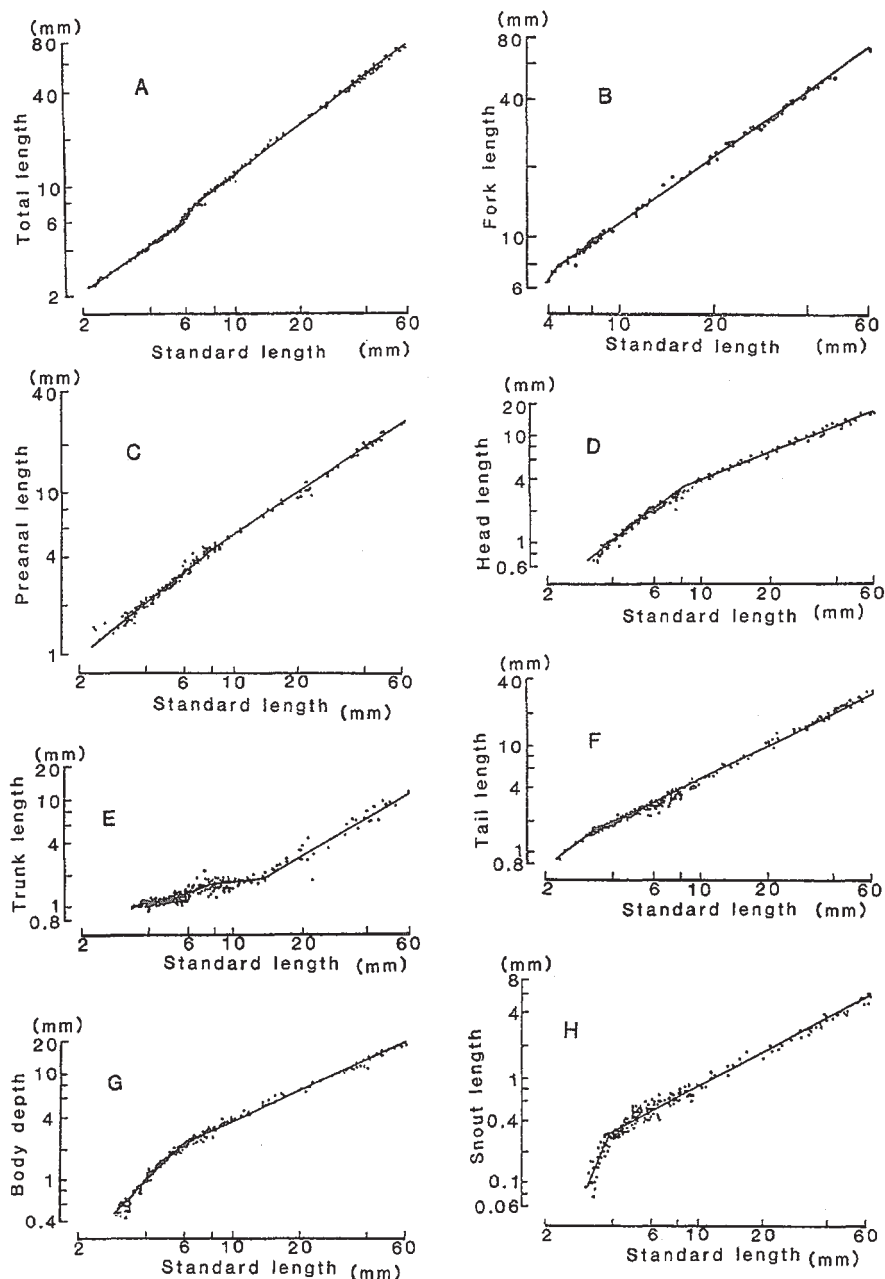


Fig. 3-1. Relative growth of 8 portions against the standard length; A-total length, B-fork length, C-preanal length, D-head length, E-trunk length, F-tail length, G-body depth, H-snout length.

今回測定した23部位の相対成長様式のうち、下顎長 (Lower jaw length)、背鰭基底長 (Dorsal fin base length) および臀鰭基底長 (Anal fin base length) は終始優成長を示したが、その他の部位には成長屈折点が生じた。なかでも、全長 (Total length)、尾叉長 (Fork length)、肛門前長 (Preanal length)、頭長 (Head length)、体高 (Body depth)、眼径 (Eye diameter)、上顎長 (Upper jaw length)、胸鰭基底長 (Pectoral fin base length)、背鰭長 (Dorsal

fin length)、腹鰭長 (Pelvic fin length)、尾柄長 (Caudal peduncle length)、尾柄高 (Caudal peduncle depth)、尾鰭高 (Caudal fin height) の13部位では成長屈折点が生じた。成長屈折点が生じた部位では体長6~9mm前後に集中して認められ、早い部位では体長5~6mm、遅い部位でも10mmまでには優成長は終わり、以後は等成長あるいは劣成長となった。シマアジでは、体長10mmで鰭条が定数化し、稚魚期となるが²⁾、今回の結果でも成長屈折点は体長6~9mmに集中しており稚魚移行期に対応していた。

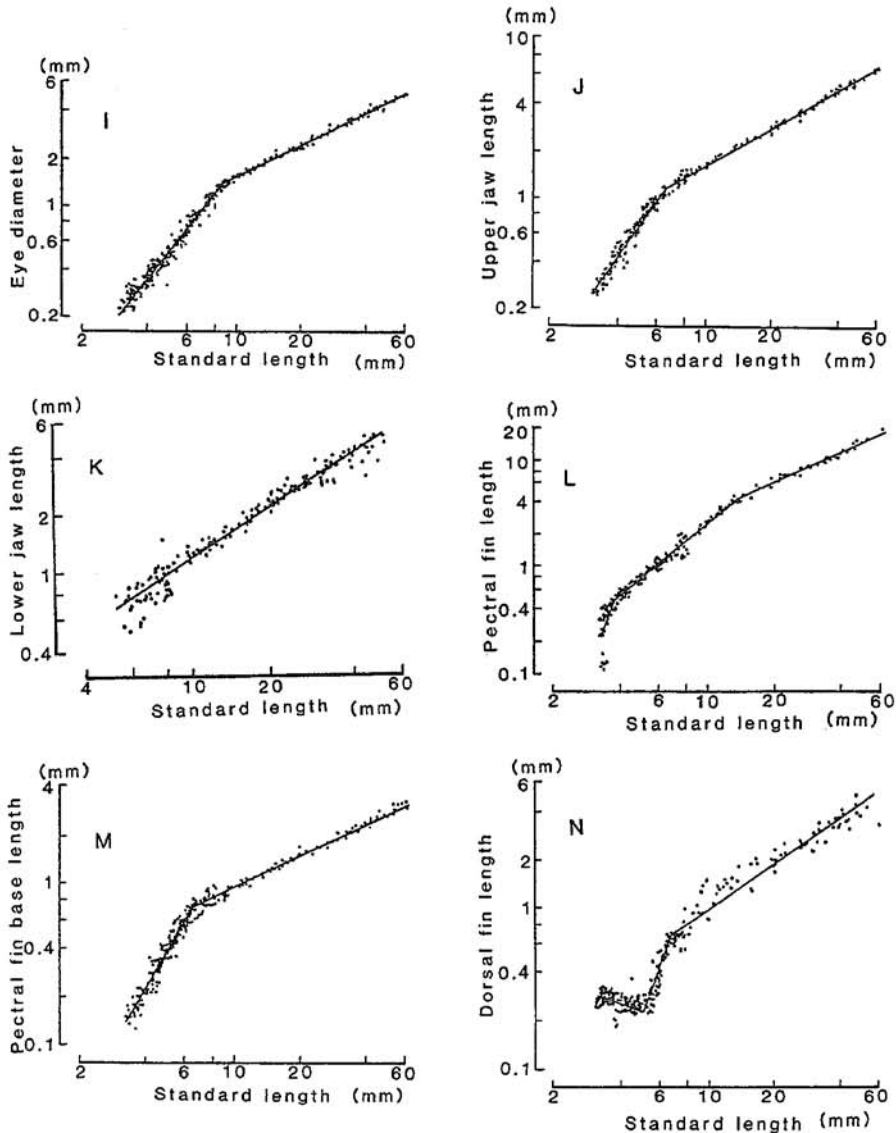


Fig. 3-2. Relative growth of 6 portions against the standard length; I-eye diameter, J-upper jaw length, K-lower jaw length, L-pectoral fin length, M-pectoral fin base length, N-dorsal fin length.

全長や尾叉長が優成長を示した体長6~6.5mmは仔魚後期に相当し、尾鰭形状は円みを帯びているが、稚魚移行期である体長7mm以後は尾部棒状骨が上屈し、尾鰭形状は截型となるため²⁾、等成長となったと考えられる。これまでに、イサキ、*Parapristipoma trilineatum*¹¹⁾やアユ、*Plecoglossus altivelis*¹²⁾でも成長屈折点が認められる時期が発育段階の移行時期と対応することが報告されている。そして、本報のシマアジを含めてこの事象は、仔魚後期までは器官形成や体各部の成長が著

しかったが、稚魚期移行は器官の完成や体各部の成長が安定するため、体長に対する各部の成長速度が等成長または劣成長に転換したものと考えられる。

シマアジでは、仔魚前期の体長3~4mm前後は摂餌開始期に相当するが¹⁾、それまで優成長であった尾長(Tail length)はこの時期に成長屈折点に達し、以後は等成長となった。これに対して、上顎長、肛門前長(頭長+軀幹長)、頭長、吻長(Snout length)、眼径は体長3~4mm以後に優成長を示した。摂餌開始期に

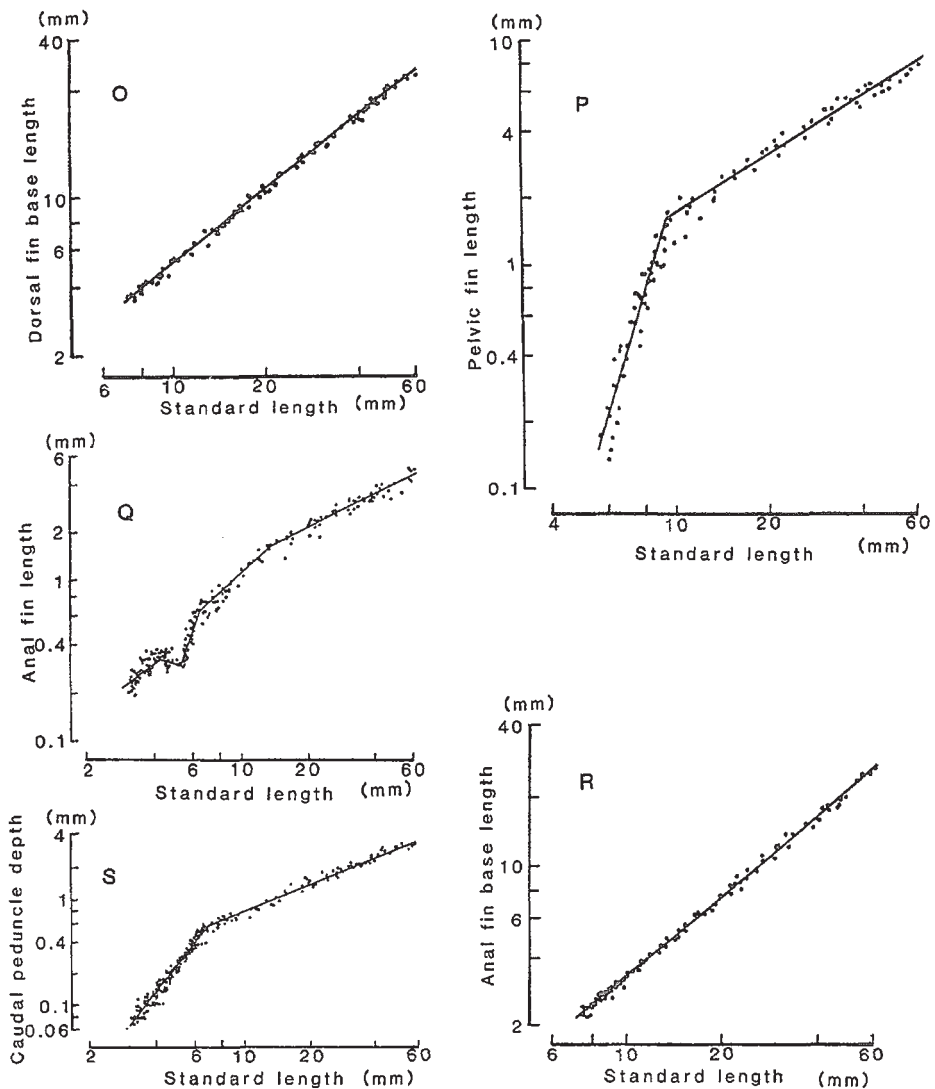


Fig. 3-3. Relative growth of 5 portions against the standard length; O-dorsal fin base length, P-pelvic fin length, Q-anal fin length, R-anal fin base length, S-caudal peduncle depth.

尾部の伸長が著しく、摂餌開始後には軀幹部や頭部の発育が進むことはイサキ¹¹⁾やアユ¹²⁾でも報告されている。これらの事実は、仔魚前期の体長3~4mm前後までは尾部の伸長が著しいものの、摂餌開始以後の仔魚後期では摂餌に必要な上顎歯等の口器を備えた頭部や、消化器系を備えた軀幹部の発育が進んだと考えられる。摂餌開始以後に優成長を示したこれらの部位

では体長6~9mmに成長屈折点がみられ、これ以後は成長速度が低下した。今回の観察では、この時期の餌料がシオミズツボムシに加えて *Artemia* ふ化幼生, *Tigriopus* sp., 天然コペポダ類であったことから、これらを摂餌した仔稚魚遊泳捕食や消化吸収等の機能が発達しつつあったと推測される。著者ら²⁾は、シマアジ仔稚魚の鰭発育と遊泳機能を検討し、体長10mm

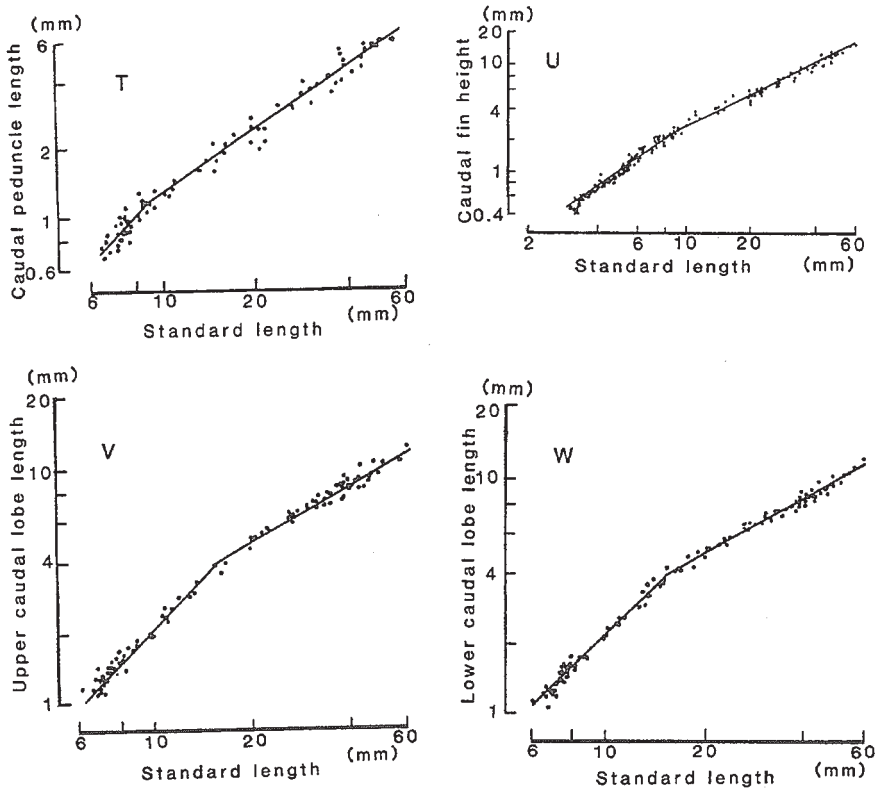


Fig. 3-4. Relative growth of 4 portions against the standard length; T-caudal peduncle length, U-caudal fin height, V-upper caudal lobe length, W-lower caudal lobe length.

前後が捕食、摂餌行動の転換期であると報告したが、今回の結果ともほぼ一致した。しかも、軀幹長 (Trunk length) には体長4~13mmで劣成長や成長停滞が認められたが、体高は体長6mmまで優成長であった。軀幹部は消化器系が存在する部位であるが、劣成長が認められた体長4mm前後の時期においてはそれまで直走していた消化管が屈曲・旋回する時期に、また、体長7~13mmでは胃が分化し、幽門垂が出現して腸と直腸の境界部が屈曲する時期に相当する等(著者ら、未発表)、軀幹部が前後方向よりも背腹方向に成長したためと考えられる。

ところで、鰭が発達すると、遊泳活動が活発となるが、なかでも尾鰭は推進力を生み出すための主要な鰭であるところから軟条の分節や分枝開始が他の鰭よりも早いことが知られている¹³⁾。シマアジでは、尾柄高が体長7mm、尾柄長が8mmで体長に対して優成長であったことから、尾鰭の基部および動作点となる尾柄部は体長8mmまでに尾鰭の運動を支持できるほど成長したと考えられる。鰭の相対成長について、著者らが鰭の発育について検討した結果²⁾と考え合わせると、胸鰭長 (Pectoral fin length) では成長屈折点が体長4mmと14mmの2点に認められるが、本種の胸鰭形

状は体長4mm前後で梨形から円形へと変化し、さらに体長14mm以後は不規則な楕円形となり伸長することに対応すると考えられる。また、鰭条は体長10mmにおいて定数化するが、これ以後も軟条の分節・分枝が進むため優成長が続いたと考えられる。背鰭長は給餌開始直後から優成長を示したが、体長3~5mmでは劣成長となった。これは仔魚膜が退化して背鰭が形成されたためである。しかし、それ以後は軟条の定数化や分節・分枝軟条数の増加にともない優成長を示した。臀鰭長(Anal fin length)についても背鰭と同様に体長4~5mm前後で仔魚膜が退化して臀鰭となるため劣成長となる。しかし、これ以後は軟条の定数化、分節・分枝軟条数の増加にともない優成長を示した。そして、分節が完了して分枝もほぼ完了に近い体長15mmで劣成長に移行した。なお、尾長が体長7mm以後、すでに等成長となっていたのに比較すると背鰭基底長と臀鰭基底長は体長7mmから相対成長係数がほぼ同じ優成長を示した。このことは、本種の体形が体長7mmから紡錘形となることと符合した。腹鰭長は、体長6~9.5mmの成長屈折点まで優成長が認められたが、この間に軟条が定数化し分節が完了した。尾鰭高は、体長10mmまでは優成長で、この間に尾鰭軟条は定数化しており、それ以後は等成長となった。尾鰭上葉長(Upper caudal lobe length)、尾鰭下葉長(Lower caudal lobe length)は体長15mm前後までは優成長で、この間に鰭条は定数化した。

以上のことから、シマアジでは成長屈折はほとんどの部位で稚魚期へ移行する体長6~9mmで認められ、発育段階や器官の発達段階と対応した。これらの部位では、仔魚期には体長に対して優成長を示すが、稚魚期以降は等成長に近づき、体長に対する各部位の成長速度はほぼ均等になると考えられた。

要 約

ふ化直後の仔魚から、体長60mmまでの仔稚魚を対象として、体長を基準とした23部位の相対成長を求め、アロメトリー式で表した。この結果、多くの部位では成長屈折が仔魚期から稚魚へ移行する9mm附近までに認められた。各部位の成長屈折点はシオミズツボウムシ摂餌開始時、*Artemia*ふ化幼生、*Tigriopus* sp., 天然コペポダ類への餌料転換時期、そして消化管の発達や鰭条の定数化や分節、分枝軟条数の増加時期に対応しているとみなされた。また、成長屈折点がみられた部位では、仔魚期には体長に対して優成長を示すが、稚魚期以後はほとんど等成長に近づいた。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、東京都水産試験場三木 誠、吉田勝彦、竹之内卓夫、岡村陽一、加藤憲司、木村ジョーンソンの各氏には多大な御協力を賜わった。これらの方々に深謝する。

文 献

- 1) 村井 衛・加藤憲司・中野 卓・隆島史夫(1987)
:シマアジの卵発生と仔魚の形態学的変化. 水産増殖, 34(4), 217-226.
- 2) 村井 衛・川辺勝俊・加藤憲司・隆島史夫(1991)
:シマアジ仔稚魚の鰭と鱗の発育. 水産増殖, 39(2), 201-210.
- 3) 川辺勝俊・村井 衛・加藤憲司・隆島史夫(1991)
:シマアジ卵発生に及ぼす水温の影響. 水産増殖, 39(2), 211-216.
- 4) 北田哲夫・北島 力・市来忠彦(1983):長崎における養成シマアジの成長. 長崎県水産試験場研究報告, (9), 9-12.
- 5) 原田輝雄・村田 修・宮下 盛(1984):シマアジの人工ふ化飼育. 近畿大学水産研究所報告, (2), 151-158.
- 6) 青木雄二・加藤憲司・木村ジョーンソン・西村和久・三木 誠(1986):小笠原諸島父島における養成シマアジ1年目の成長. 水産増殖, 34(3), 167-170.
- 7) 落合 明(1970):成長. 魚類生理学(川本信之編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.216-244.
- 8) 山岸 宏(1977):成長の生物学. 講談社, 東京, pp.150-192.
- 9) 隆島史夫(1982):繁殖の生理. 淡水養殖技術(野村 稔編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.11-45.
- 10) 塚本勝巳(1990):仔稚魚の成長. 水族繁殖学(隆島史夫・羽生 功編), 緑書房, 東京, pp.239-289.
- 11) 木村清志(1987):イサキの資源生物学的研究. 三重大学水産学部研究報告, (14), 113-235.
- 12) 隆島史夫・杉山千洋・鳥羽正美・石井重男(1982)
:人工採苗アユの相対成長. 水産増殖, 30(2), 88-98.
- 13) 岩井 保(1986):水産脊椎動物II 魚類. 恒星社厚生閣, 東京, pp.35-41.