

## 水温と塩分がアカメ未成魚の摂餌と成長に及ぼす影響

竹下直彦<sup>1†</sup>, 近藤卓哉<sup>2</sup>, 池田至<sup>1</sup>, 高橋洋<sup>1</sup>, 永田新悟<sup>3</sup>, 星野和夫<sup>4</sup>

### Effects of water temperature and salinity on feeding and growth of immature Japanese lates *Lates japonicus*

Naohiko Takeshita<sup>1†</sup>, Takuya Kondou<sup>2</sup>, Itaru Ikeda<sup>1</sup>, Hiroshi Takahashi<sup>1</sup>, Shingo Nagata<sup>3</sup> and Kazuo Hoshino<sup>4</sup>

**Abstract** : The Japanese lates, *Lates japonicus* is an endemic fish to the Pacific coast of southern Japan, and commonly found in estuaries and coastal waters of Miyazaki and Kochi Prefectures. The larvae, juveniles and young fish stay in the eelgrass, *Zostera japonica* beds in brackish water areas. Effects of water temperature and salinity on feeding and growth of immature *L. japonicus* were studied using combinations of seven levels of temperatures (16 to 28°C) and 6 different salinities (9 to 34 ppt) over two experimental periods each of 30 days. At each of these conditions, ten fish were reared in aquaria for periods of 30 days. Based on values of the daily feeding rates, specific growth rates and feeding efficiencies, we found that immature *L. japonicus* were euryhaline and at salinities ranged from 9 to 34 ppt showed similar feeding and growth rates. The suitable water temperature range was 22 to 28°C, and the optimal water temperature range was 26 to 28°C for feeding and growth for immature *L. japonicus*.

**Key words** : Japanese lates, *Lates japonicus*, Water temperature, Salinity, Feeding, Growth

## 緒言

アカメ *Lates japonicus* は、全長 1 m を超えるスズキ目アカメ科の日本固有種で、主に宮崎・高知県の沿岸に分布するが、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、大阪府、香川県、徳島県、愛媛県、大分県、鹿児島県でも採集記録がある<sup>1-12)</sup>。本種の 50 cm 前後のものは美味とされるが<sup>13)</sup>、近年その生息数の減少が危惧されており<sup>14)</sup>、環境省のレッドリストでは絶滅危惧 IB類に指定されている<sup>15)</sup>。

アカメの仔稚魚は、河口域のコアマモ *Zostera japonica* 群落に強く依存した初期生活史を送っており、満1歳弱まではそのコアマモ群落を利用して生活すると考えられている<sup>16-18)</sup>。アカメ仔魚から未成魚が生息する高知県四万十川

のコアマモ群落は、河川感潮域に位置しているため、水温は 7.7~32.4°C、塩分は 1.8~29.2 ppt と季節により変化し、その中でアカメ仔稚魚が採集されたのは、水温 27.8~31.9°C、塩分 2.8~18.2 ppt の範囲だったとされる<sup>16)</sup>。また、高知県仁淀川、甲殿川、春宗川の感潮域のほぼ上限に位置するセキシウモ *Vallisneria asiatica* をはじめとする水草群落も、アカメ稚魚と未成魚の重要な生息場所となっているという<sup>19)</sup>。このセキシウモは淡水性水生植物であるが、実用塩分 5.9 PSU<sup>20, 21)</sup>あるいは 6.98 PSU<sup>22)</sup>の水域でも生育可能と考えられている。このような環境に生息するアカメ未成魚の至適水温と塩分を明らかにすることは、今後、アカメ個体群の保全方策や増殖を検討する上で、重要な基礎資料となる。アカメ未成魚の成長と摂餌特性に関する飼育研

2021年6月30日受付、2021年8月26日受理

1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

2 西日本技術開発株式会社 〒810-0001 福岡市渡辺通1-1-1 (West Japan Engineering Consultants, Co., Ltd., 1-1-1 Watanabe-dori, Fukuoka, 810-0004, Japan.)

3 〒869-1207 菊池市旭志新明1438 (1438 Kyokushi-sinmei, Kikuchi, 869-1207, Japan)

4 大分マリンパレス水族館「うみたまご」〒870-0802 大分市高崎山下海岸

(Oita Marine Palace Aquarium UMITAMAGO, Takasaki-yama-shitakaigan, Oita 870-0802, Japan)

† 別刷り請求先 (Corresponding author): takeshin@fish-u.ac.jp

究があるが, 飼料に冷凍マイワシ, イカナゴとエビ類, マアジ, その他の雑魚を混用しているため<sup>23)</sup>, 摂餌率や増重率等, 水温や塩分と対応させた正確な結果は得られていない。そこで本研究では, 水温と塩分を調節し, 飼料にはウナギ用配合飼料を用いて飼育実験を行い, それらがアカメ未成魚の摂餌と成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 材料と方法

宮崎県塩見川河口域のコアマモ群落(北緯, 32° 25' 3"; 東経, 131° 37' 41")において, 2002年10月6日に採集したアカメ0歳魚40個体(全長71~88mm, 1期), 2004年12月29日に採集した30個体(全長80~93mm, 2期)を用いて飼育実験を行った。採集した個体を0.5m<sup>3</sup>円形ポリエチレンタンクに収容し, 海水を500ml/分で掛け流し, 水温を約22°Cに調節して飼育した。餌料としては, まず生きたスジエビ *Palaemon paucidens* を与え, その後, 冷凍ツノナシオキアミ *Euphausia pacifica*, さらにウナギ用の配合飼料(ウナギハイステップ, 林兼産業株式会社)に馴致した。全個体をこの配合飼料まで馴致するのに, 1期では約10ヶ月, 2期では約9ヶ月を要した。その際, 給餌時間を早朝, 日中, 日没前で検討したところ, 日没前において, 最も活発に摂餌を行ったので, 給餌時刻は日没約1時間前とした。予備実験を行うにあたり, アカメ未成魚に背鳍棘条・軟条切除の組み合わせにより個体識別を施し, 2日間絶食

させた後, 体重を0.01g単位で測定し, 10個体ずつ0.5m<sup>3</sup>円形ポリエチレンタンクに収容した(Table 1)。まず, 1期ではタンク4基(A~D), 2期では3基(E~G)の全てを水温24(±0.5)°Cに設定した。また, アカメ未成魚の長期飼育研究結果では, 塩分28~30pptで摂餌量が多いとされるので<sup>23)</sup>, 塩分を29pptに設定し, 30日間の予備実験を行った。飼育条件は閉鎖循環式とし, 2日ごとに塩分29pptに調節した200ℓをかけ流して換水した。飼料には, ウナギ用配合飼料100.0gに曝気水道水80.0ml, 高度不飽和脂肪酸を補充するための栄養強化油脂(パワフルブライン, 協和発酵株式会社)9.0gを加えてよく練ったものを, 1粒0.20gに成型して用いた。給餌は1日1回, 日没約1時間前から開始し, 残餌が約10粒確認された時点で終了し, 約15分後にそれらを回収して飽食摂餌量とした。これら30日間の給餌実験を行った後, 2日間絶食させてから, 体重の測定を行った(Table 1)。

一般に水族館等において, アカメは海水の水槽で展示されているが, 鳥羽水族館では淡水予備水槽において, 純淡水で2年以上飼育され, 体長60cmにまで成長した例もある\*。しかし, 筆者らのアカメ未成魚の飼育経験において, 淡水で飼育した場合, 全長20cm前後に成長した際, 原因不明で突然死する個体が複数認められた。本研究では長期飼育を前提としているため, 実験区において淡水区, 低塩性区は設定せず, 最低塩分区分を9pptとした。予備実験の後, 塩分を1期ではAを34ppt, Bを29ppt, Cを24ppt, Dを19ppt, 2期ではEを19ppt, Fを14ppt, Gを

**Table 1.** Mean body weight (BW, g, ±SD,  $n = 10$ ), total diet intake (TDI, g), mean daily feeding rate (DFR, %  $n = 30$ ), mean specific growth rate (SGR, %  $n = 10$ ) and feeding efficiency (FE, %) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) for preparatory period (24°C, 29 ppt) of 30 days

	Tank						
	A	B	C	D	E	F	G
Period	1st	1st	1st	1st	2nd	2nd	2nd
BW (initial)	17.4±5.6 <sup>a</sup>	17.2±5.5 <sup>a</sup>	16.2±3.6 <sup>a</sup>	16.7±4.0 <sup>a</sup>	16.6±7.6 <sup>a</sup>	17.1±6.5 <sup>a</sup>	16.8±6.3 <sup>a</sup>
BW (final)	23.8±9.9 <sup>b</sup>	24.0±9.2 <sup>b</sup>	21.8±5.4 <sup>b</sup>	21.0±5.5 <sup>b</sup>	28.4±14.9 <sup>b</sup>	30.0±12.0 <sup>b</sup>	28.3±12.5 <sup>b</sup>
TDI	137.0	138.2	127.8	109.0	251.6	264.7	253.4
DFR	2.14±1.06 <sup>c</sup>	2.18±0.95 <sup>c</sup>	2.17±1.19 <sup>c</sup>	1.89±1.05 <sup>c</sup>	3.74±0.50 <sup>d</sup>	3.78±0.44 <sup>d</sup>	3.76±0.43 <sup>d</sup>
SGR	0.97±0.23 <sup>e</sup>	1.08±0.28 <sup>e</sup>	0.97±0.24 <sup>e</sup>	0.75±0.28 <sup>e</sup>	1.63±0.64 <sup>f</sup>	1.87±0.33 <sup>f</sup>	1.63±0.60 <sup>f</sup>
FE	46.4	49.7	43.4	39.4	46.9	48.6	45.3

Different alphabetical letters show significant differences (a, b; Tukey-Kramer multiple comparison test;  $P < 0.05$ ; c, d, e, f; Contrasts;  $P < 0.05$ ) of 30 days

\* 鳥羽水族館: 飼育日記. (2006) <https://www.aquarium.co.jp/mobile/view.php?id=3780&st=0&mode=all&q=1999-07>, 2021年6月15日閲覧

9 pptに調節しながら水温を 28 ( $\pm 0.5$ )  $^{\circ}\text{C}$  に上げ、翌日の日没約 1 時間前から 30 日間の給餌実験を行った。飼育条件は予備実験と同様に閉鎖循環式とし、各タンクの設定塩分に調節した 200  $\ell$  を 2 日ごとにかけて流して換水した。給餌飼料には、ウナギ用配合飼料を前述のように調整し、アカメの体サイズに応じて 1 粒 0.40~1.00 g に成型して用いた。給餌方法と飽食摂餌量の決定は予備実験と同様に行った (Table 2)。各水温での 30 日間の給餌実験を行った後、2 日間絶食させてから、体重の測定を行った (Table 3)。その後、各タンクの塩分は変化させず、翌日の給餌時刻までに水温を順次 26, 24, 22, 20, 18, 16 ( $\pm 0.5$ )  $^{\circ}\text{C}$  に調節し、各水温において 30 日間の給餌実験を繰り返した (Tables 2, 3)。予備実験も含め 1 期は 2003 年 8 月 7 日に開始し、2004 年 4 月 29 日に終了し、2 期は 2005 年 10 月 1 日に開始し、2006 年 6 月 24 日に終了した。なお、採集後の予備飼育期間および実験期間中、アカメ未成魚の生残率は 100% であり、病気の発生や摂餌行動に異常が認められた個体はいなかった。

日間摂餌率 (DFR), 瞬間成長率 (SGR), 飼料効率 (FE)

は以下の式により算出した。

$$\text{DFRn} (\%) = 100 \text{ DDIn} \text{ TWn}^{-1}$$

$$\text{SGR} (\%) = 100 (\text{LnW}_2 - \text{LnW}_1) \text{ T}^{-1}$$

$$\text{FE} (\%) = 100 (\text{TW}_2 - \text{TW}_1) \text{ TDI}^{-1}$$

なお、DDIn は  $n$  (1~30) 日目の各水槽の摂餌量を表す。TWn は  $n$  日目の各水槽 10 個体の推定体重の合計で、体重の増加は一回帰すると仮定し、実験開始時と終了時の 10 個体の体重の合計から算出した。W<sub>1</sub> は実験開始時、W<sub>2</sub> は実験終了時の各個体の体重、T は給餌実験日数 (30 日) を表す。TW<sub>1</sub> は実験開始時の各水槽 10 個体の合計体重、TW<sub>2</sub> は実験終了時の各水槽 10 個体の合計体重、TDI は 30 日間の総摂餌量を表す。

統計解析には、Stat View - J 5.0 (SAS institute Inc.) および Super ANOVA (ABACUS Institute Inc.) を用い、原則としてパラメトリック検定 (一元配置分散分析, Tukey-Kramer の多重比較, 一元配置反復測定分散分析, 二元配置反復測定分散分析, 対比) で解析を行い、条件を満たさない場合にはノンパラメトリック検定 (Kendall の順位相関係数) も併用した。

**Table 2.** Total diet intake (g) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) over 30 day periods

Tank (Salinity)	Water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )						
	28	26	24	22	20	18	16
1st period							
A (34)	583.9	951.1	832.0	468.5	152.5	70.0	41.5
B (29)	546.0	992.6	943.0	504.0	208.0	59.5	50.0
C (24)	529.5	991.8	913.5	507.5	226.5	63.0	35.3
D (19)	504.7	869.7	812.0	460.5	144.5	42.0	31.0
2nd period							
E (19)	625.0	873.0	700.0	528.4	278.6	221.2	155.6
F (14)	635.6	864.6	689.6	397.2	137.4	155.2	118.0
G (9)	551.4	780.0	655.6	458.4	214.4	157.2	142.4

**Table 3.** Mean body weight (g,  $\pm$ SD,  $n = 10$ ) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) over 30 day periods

Tank (Salinity)	Water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )							
	Initial	28	26	24	22	20	18	16
1st period								
A (34)	23.8 $\pm$ 9.9	60.7 $\pm$ 24.6	111.2 $\pm$ 37.9	143.0 $\pm$ 46.0	156.9 $\pm$ 50.5	157.8 $\pm$ 52.1	157.5 $\pm$ 52.0	154.7 $\pm$ 51.8
B (29)	24.0 $\pm$ 9.2	56.2 $\pm$ 14.0	104.7 $\pm$ 23.9	140.4 $\pm$ 31.9	155.8 $\pm$ 35.9	157.7 $\pm$ 36.7	154.9 $\pm$ 35.3	153.4 $\pm$ 35.2
C (24)	21.8 $\pm$ 5.4	53.5 $\pm$ 12.1	102.9 $\pm$ 20.6	138.2 $\pm$ 26.4	154.5 $\pm$ 29.7	159.2 $\pm$ 30.8	156.8 $\pm$ 31.2	155.3 $\pm$ 30.2
D (19)	21.0 $\pm$ 5.5	51.8 $\pm$ 13.7	94.2 $\pm$ 25.8	123.6 $\pm$ 36.5	138.8 $\pm$ 45.0	139.7 $\pm$ 45.6	137.9 $\pm$ 46.1	135.2 $\pm$ 45.4
2nd period								
E (19)	28.4 $\pm$ 14.9	61.7 $\pm$ 26.4	102.9 $\pm$ 34.0	132.3 $\pm$ 38.3	150.8 $\pm$ 44.8	158.8 $\pm$ 49.3	163.5 $\pm$ 52.6	166.9 $\pm$ 55.4
F (14)	30.0 $\pm$ 12.0	64.4 $\pm$ 21.8	105.5 $\pm$ 31.1	134.2 $\pm$ 37.1	147.0 $\pm$ 42.3	148.3 $\pm$ 44.5	151.0 $\pm$ 46.4	153.3 $\pm$ 48.9
G (9)	28.3 $\pm$ 12.5	57.0 $\pm$ 19.7	94.4 $\pm$ 23.9	122.0 $\pm$ 28.7	136.1 $\pm$ 33.23	140.4 $\pm$ 35.7	142.3 $\pm$ 37.6	145.0 $\pm$ 38.7

## 結 果

予備実験開始時のアカメの体重については、7区間で差は認められなかった（一元配置分散分析,  $P > 0.05$ ; Table 1）。しかし、終了時の体重については、7区間で差が認められたが（一元配置分散分析,  $P < 0.05$ ）、多重比較による区間の差を検出するには至らなかった（Tukey-Kramerの多重比較,  $P > 0.05$ ; Table1）。また、予備実験における日間摂餌率においては、7区間で差が認められ（一元配置反復測定分散分析;  $P < 0.01$ ）、1期4区の日間摂餌率が2期3区のそれより低く（対比,  $P < 0.05$ ; Table 1）、瞬間成長率においても7区間で差が認められ（一元配置分

散分析,  $P < 0.01$ ）、1期4区の瞬間成長率が2期3区のそれより低かった（Tukey-Kramerの多重比較,  $P < 0.05$ ; Table 1）。したがって、1期で使用した40個体と2期で使用した30個体では、摂餌量とそれに伴う成長が異なると考え、1期と2期に分け、それぞれの実験期間において、水温と塩分がアカメ若齢魚の摂餌と成長に及ぼす影響について比較、検討した。

日間摂餌率については二元配置反復測定分散分析を用いて解析を行った（Fig.1, Table 4）。1期の日間摂餌率においては、塩分については4区間で差が認められず（ $P > 0.05$ ）、水温においては7区間で差が認められ（ $P < 0.01$ ）、塩分と水温による交互作用は認められなかった（ $P > 0.05$ ）。水温について7区の日間摂餌率を比較すると、28、

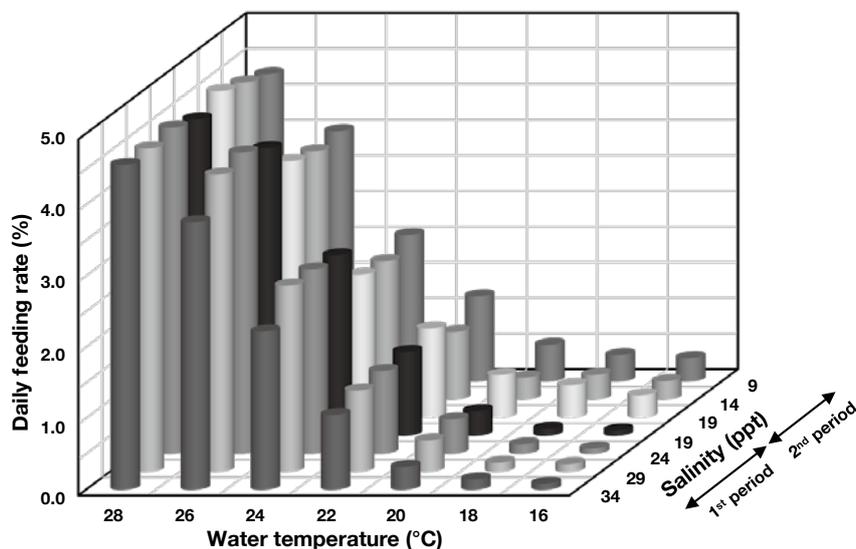


Fig. 1. Daily feeding rate (DFR, %,  $n=30$ ) of immature *Lates japonicus* ( $n=10$ ) over 30 day periods.

Table 4. Mean dairy feeding rate (% ,  $\pm$ SD,  $n = 30$ ) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) over 30 day periods

Tank (Salinity)	Water temperature (°C)						
	28	26	24	22	20	18	16
1st period							
A (34)	4.56 $\pm$ 1.07	3.76 $\pm$ 1.27	2.22 $\pm$ 0.95	1.05 $\pm$ 0.29	0.32 $\pm$ 0.20	0.15 $\pm$ 0.15	0.09 $\pm$ 0.11
B (29)	4.54 $\pm$ 2.00	4.17 $\pm$ 1.30	2.61 $\pm$ 0.97	1.14 $\pm$ 0.61	0.44 $\pm$ 0.24	0.13 $\pm$ 0.12	0.11 $\pm$ 0.12
C (24)	4.58 $\pm$ 1.18	4.23 $\pm$ 1.29	2.59 $\pm$ 1.15	1.16 $\pm$ 0.72	0.48 $\pm$ 0.39	0.13 $\pm$ 0.14	0.07 $\pm$ 0.10
D (19)	4.45 $\pm$ 1.33	4.04 $\pm$ 1.20	2.53 $\pm$ 1.35	1.18 $\pm$ 0.61	0.35 $\pm$ 0.29	0.10 $\pm$ 0.10	0.08 $\pm$ 0.07
2nd period							
E (19)	4.58 $\pm$ 0.66	3.60 $\pm$ 0.76	2.01 $\pm$ 0.80	1.25 $\pm$ 0.51	0.60 $\pm$ 0.47	0.46 $\pm$ 0.36	0.31 $\pm$ 0.23
F (14)	4.45 $\pm$ 0.43	3.49 $\pm$ 0.96	1.94 $\pm$ 0.53	0.95 $\pm$ 0.43	0.31 $\pm$ 0.30	0.35 $\pm$ 0.31	0.26 $\pm$ 0.25
G (9)	4.32 $\pm$ 0.71	3.52 $\pm$ 1.01	2.06 $\pm$ 0.81	1.20 $\pm$ 0.65	0.52 $\pm$ 0.38	0.37 $\pm$ 0.28	0.33 $\pm$ 0.21

26, 24, 22, 20℃時の順に日間摂餌率が低くなり, それらは全て 18, 16℃時の日間摂餌率より高く (対比,  $P < 0.05$ ), 18, 16℃時の日間摂餌率には差が認められなかった ( $P > 0.05$ )。2 期の日間摂餌率においても, 塩分については 3 区間で差が認められず (二元配置反復測定分散分析,  $P > 0.05$ ), 水温においては 7 区間で差が認められ ( $P < 0.01$ ), 交互作用 (塩分×水温) は認められなかった ( $P > 0.05$ )。水温について 7 区の日間摂餌率を比較すると, 28, 26, 24, 22℃時の順に日間摂餌率が低くなり, それらは全て 20, 18, 16℃時の日間摂餌率より高くなった (対比,  $P < 0.05$ )。また, 20℃時と18℃ 時及び 18℃ 時と 16℃ 時の日間摂餌率には差が認められなかったが (対比,  $P > 0.05$ ), 20℃時の日間摂餌率は 16℃時のそれより高かった ( $P <$

0.05)。また, 1期 4区の 18, 16℃時の日間摂餌率は, 2期 3区のそれよりも低い値を示した (Fig. 1, Table 4)。

瞬間成長率についても, 二元配置反復測定分散分析を用いて解析を行った (Fig. 2, Table 5)。1期の瞬間成長率においては, 塩分においては 4区間で差が認められず ( $P > 0.05$ ), 水温においては7区間で差が認められ ( $P < 0.01$ ), 塩分と水温による交互作用は認められなかった ( $P > 0.05$ )。水温について 7 区の瞬間成長率を比較すると, 28, 26, 24, 22℃時の順に瞬間成長率が低くなり, それらは 20, 18, 16℃時の瞬間成長率より高く (対比,  $P < 0.05$ ), 20, 18, 16℃時の瞬間成長率には差が認められなかった ( $P > 0.05$ ; Fig. 2, Table 5)。2期の瞬間成長率においても, 塩分においては 3区間で差が認められず (二元配置反復測

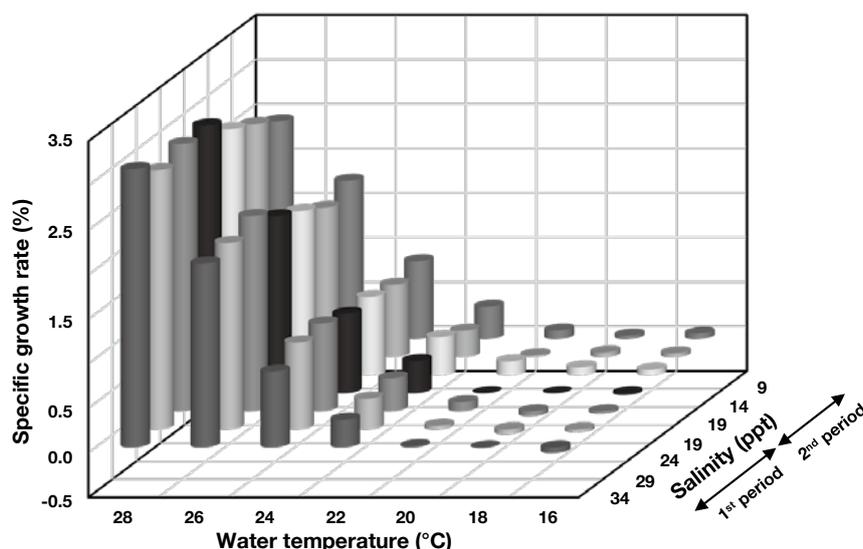


Fig. 2. Specific growth rate (SGR, %,  $n=10$ ) of immature *Lates japonicus* ( $n=10$ ) over 30 day periods.

Table 5. Mean specific growth rate (% ,  $\pm$ SD,  $n = 10$ ) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) over 30 day periods

Tank (Salinity)	Water temperature (°C)						
	28	26	24	22	20	18	16
1st period							
A (34)	3.12±0.22	2.06±0.23	0.85±0.14	0.31±0.04	0.01±0.04	-0.01±0.03	-0.06±0.05
B (29)	2.91±0.59	2.09±0.21	0.98±0.14	0.34±0.05	0.04±0.05	-0.06±0.042	-0.04±0.03
C (24)	3.00±0.33	2.19±0.19	0.99±0.11	0.37±0.06	0.10±0.05	-0.06±0.04	-0.03±0.03
D (19)	3.01±0.33	1.99±0.19	0.89±0.15	0.36±0.12	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.02±0.03
2nd period							
E (19)	2.76±0.48	1.84±0.47	0.88±0.25	0.43±0.12	0.15±0.10	0.09±0.05	0.06±0.04
F (14)	2.61±0.36	1.68±0.24	0.81±0.11	0.30±0.05	0.02±0.09	0.05±0.04	0.04±0.04
G (9)	2.44±0.40	1.78±0.44	0.87±0.24	0.36±0.12	0.10±0.07	0.04±0.04	0.06±0.03

定分散分析,  $P > 0.05$ ), 水温においては 7 区間で差が認められ ( $P < 0.01$ ), 交互作用 (塩分×水温) は認められなかった ( $P > 0.05$ )。水温について7区の瞬間成長率を比較すると, 28, 26, 24, 22℃時の順に瞬間成長率が低くなり, それらは 20, 18, 16℃時の瞬間成長率より高く (対比,  $P < 0.05$ ), 20, 18, 16℃時の瞬間成長率には差が認められなかった ( $P > 0.05$ )。また, 1期 4区の 18, 16℃時の瞬間成長率は, 2期 3区のそれよりも低い負の値を示した (Fig. 2, Table 5)。

飼料効率については, 1期 4区と 2期 3区の各区において, 水温が高いほど飼料効率も高い傾向が認められた (Kendall の順位相関係数,  $P < 0.05$ ; Fig. 3, Table 6)。また, 1期 4区の 18, 16℃時の飼料効率は, 2期 3区のそれよりも低く, 負の値を示した (Fig. 3, Table 6)。

## 考 察

本研究において, 1期と 2期で使用したアカメ未成魚の摂餌と成長に差が認められたため, 両期ともに設定した塩分 19 ppt 区を対照として他区と比較, 検討した。日間摂餌率から判断すると, 塩分 9 ~ 34 ppt の範囲において, 塩分が摂餌に及ぼす影響は認められなかったことから, その範囲であれば, 塩分はアカメ未成魚の摂餌に影響を及ぼさないと考えられた。一方, 水温が摂餌に及ぼす影響が極めて強く, 28℃時が最も摂餌量が多く, 26, 24, 22℃時の順に摂餌が不活発になり, 20, 18, 16℃時にはあまり摂餌を行わないことが分かった。瞬間成長率からは, 塩分が成長に及ぼす影響は認められないが, 水温が成長に及ぼす影響は極めて強く, 28℃時が最も成長が速く, 26,

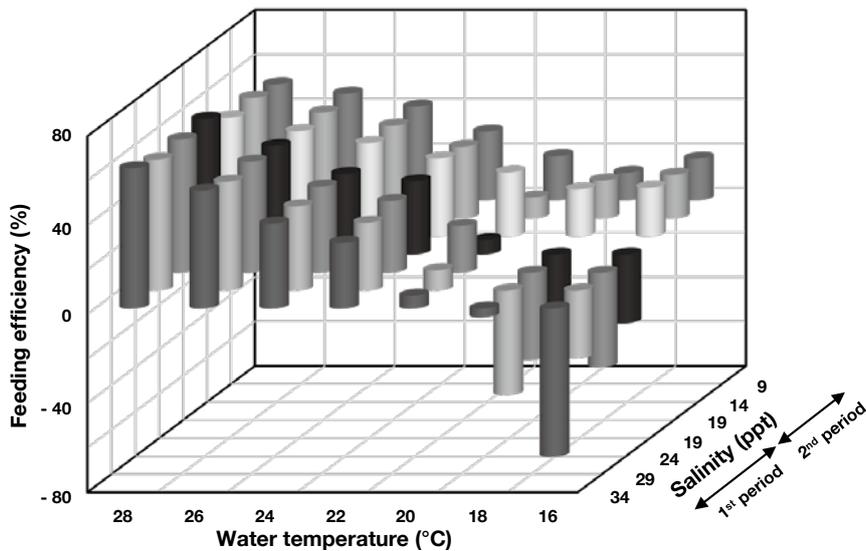


Fig. 3. Feeding efficiency (FE, %) of immature *Lates japonicus* ( $n=10$ ) over 30 day periods.

Table 6. Feeding efficiency (%) of immature *Lates japonicus* ( $n = 10$ ) over 30 day periods

Tank (Salinity)	Water temperature (°C)						
	28	26	24	22	20	18	16
1st period							
A (34)	63.1	53.1	38.3	30.0	5.8	-3.9	-66.6
B (29)	58.9	48.9	37.8	30.5	9.1	-47.0	-30.5
C (24)	59.7	49.8	38.6	32.1	21.0	-39.3	-42.5
D (19)	61.0	48.8	36.3	32.9	6.4	-42.1	-30.9
2nd period							
E (19)	53.3	47.2	41.9	35.0	28.7	21.1	21.9
F (14)	54.2	47.5	41.6	32.2	9.5	17.0	19.6
G (9)	52.6	47.9	42.1	30.8	20.0	12.4	18.7

24, 22°C時の順に成長が鈍り, 20, 18, 16°C時では成長が停滞することが明らかになった。さらに, 飼料効率は日間摂餌率と瞬間成長率の違いを反映し, 水温が高いほど飼料効率も高くなった。以上の結果より, 汽水(中塩性)の塩分9 pptから海水(34 ppt, 真塩性)までの範囲内であれば, 摂餌と成長に塩分は影響を及ぼさなかったことから, アカメ未成魚は高い広塩性を有することが明らかになった。また, 摂餌と成長は水温に大きく影響され, 実験を行った水温16~28°Cの範囲においては, 22°C以上で摂餌量が多くて成長も良く, 26~28°Cでさらに活発に摂餌を行い, 成長も速くなるという生物特性をもつと考えられた。

アカメ未成魚の摂餌特性に関する先行研究では, 天然濾過海水を用いた水温13~27°C, 塩分28~34 pptの飼育環境において, 飼料には冷凍マイワシ・イカナゴと地元の小型底曳網で漁獲されたエビ類, マアジ, その他の雑魚を混用し, 魚体の測定は3, 4月と11月の1年に2回だけ行われた<sup>23)</sup>。それによると, 摂餌率は水温が約25°C以上で最も高くなり, 約23°Cでその50%を示し, 15°C台になると0%に低下したことより, アカメの摂餌量の増減は水温とほぼ比例し, 水温16°C以下になるとほとんど停止すると報告されている<sup>23)</sup>。本研究においても, ほぼ同様の傾向が認められ, その研究結果と考察を支持するものとなった。一方, 同先行研究では, 摂餌量と塩分の関係は水温との関係ほど強くないが, 塩分28~30 pptで高く, 約34 pptで最低となり, 塩分が下がれば摂餌量が増加するため, 本種の出現は夏季には汽水域で, 冬季には海域で獲れる傾向<sup>3)</sup>とよく符号すると推察している<sup>23)</sup>。その理由として, 先行研究の飼育実験の環境は, 摂餌量が低い冬季の低水温時に塩分が高く, 摂餌量が多い夏季の高水温時に塩分が低くなっていた<sup>23)</sup>。すなわち, 先行研究でみられた摂餌量と塩分との関係は, 水温がアカメの摂餌と成長に及ぼす影響が, 塩分の影響より極めて強いことを考慮せずに回帰分析を行った結果とそれに伴う推察であるため, 本研究結果とは大きく異なる。本研究結果からは, 天然水域におけるアカメの出現は夏季には汽水域で, 冬季には海域で獲れる傾向<sup>3)</sup>は, 冬季に低水温の河川水の影響を受け, 海域よりも水温が低くなる汽水域を避けることが一つの要因となると推察された。

四万十川感潮域のコアマモ群落に, 約1歳弱まで定住するアカメ仔稚魚, 未成魚<sup>18)</sup>は, 日常的に潮の干満による大きな塩分の変化に晒されている。その河口域のコアマモ群落で採集されたアカメの採集時期と全長の関係をみると,

7月から10月にかけて採集された仔稚魚の全長が, 5 mm前後から7~12 cm程度に順次大型になるが, 12月から翌年の5月まではその全長がほとんど変化していない<sup>18)</sup>。したがって, 高い広塩性を有するアカメ仔稚魚と未成魚は, 天然水域においても水温の高い7~10月に成長が速いが, 水温の低いそれ以外の期間は成長が停滞すると考えられた。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり, 富島河川漁業協同組合の甲斐勝康組合長にアカメ幼魚の採集と飼育の同意をいただいた。また, 当時の水産大学校生物生産学科資源増殖学講座の学生諸氏に給餌実験と水槽の管理を手伝っていただいた。さらに, 番匠おさかな館の宮島尚貴氏と立川淳也氏にアカメの分布に関する文献の一部をご教示いただいた。心より感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) Katayama M, Taki Y : *Lates japonicus*, a new centropomid fish from Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **34**, 361-367 (1984)
- 2) 荒賀忠一・田名瀬英明 : 和歌山県沿岸におけるアカメの採捕記録. 瀬戸臨実年報, **1**, 59-61 (1987)
- 3) Iwatsuki Y, Tashiro K, Hamasaki T : Distribution and fluctuations in occurrence of the Japanese centropomid fish, *Lates japonicus*, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **40**, 327-332 (1993)
- 4) 鍋島靖信・安倍恒之・日下部敬之・山本圭吾・波戸岡清峰 : 大阪湾(淀川河口)でアカメがとれた. *Nature Study*, **40**, 26-28 (1994)
- 5) 鈴木 清・片岡照男 : アカメ. 三重の海産魚類. 鳥羽水族館, 三重, p 105 (1997).
- 6) 津村英志・水野晃秀・山本孝雄・須田康彦・山本貴仁 : 宇和海周辺で記録されたアカメ. 愛媛総合科博研報, **8**, 23-26 (2003)
- 7) 明石英幹・栩野元秀 : 香川県沿岸海域から初記録のアカメ *Lates japonicus*. 南紀生物, **50**, 235-239 (2008)
- 8) 川嶋尚正 : 伊豆半島小稲地先で採捕された成魚のアカメ. 魚雑, **60**, 193-194 (2013)
- 9) 萩原清司・島村嘉一 : 東京湾から採集されたアカメ (スズキ目 : アカメ科). 横須賀市博研報 (自然), **60**,

- 31-32 (2013)
- 10) 山川宇宙・瀬能 宏：相模湾流入河川および沿岸で記録された注目すべき魚類 16種. 神奈川自然誌資料, **37**, 44-52 (2016)
- 11) 浅香智也・鳥居亮一・向井貴彦・地村佳純・大仲知樹・荒尾一樹・谷口義則：グリーンデータブックあいち 2018 汽水・淡水魚類編 (2018)  
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/291444.pdf>, 2021年6月28日閲覧
- 12) 木村祐貴・山中智之・松井彰子：大阪湾から得られたアカメ*Lates japonicus*：25年ぶり2例目の記録. 魚雑, **66**, 109-111 (2019)
- 13) 木下 泉：アカメ. 川那部広哉, 水野信彦 (編), 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚類. 山と溪谷社, 東京, p481 (1989)
- 14) 木下 泉・岩槻幸雄：アカメ. 日本の希少な野生生物に関する基礎資料 (III), 日本水産資源保護協会, 東京, 103-106, 258 pls. 158-159 (1996)
- 15) 環境省：汽水・炭水魚類 環境省レッドリスト 2020, 別添資料 3, p14 (2020)  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>
- 16) Kinoshita I, Fujita S, Takahashi I, Azuma K : Occurrence of larval and juvenile Japanese snook, *Lates japonicus*, in the Shimanto Estuary, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **34**, 462-467 (1988)
- 17) 木下 泉：アカメ稚魚を求めて. 千田哲資・南 卓志・木下 泉編著, 稚魚の自然史 千変万化の魚類学. 北大図書刊行会, 札幌, 171-193 (2001)
- 18) 内田喜隆：四万十の怪魚アカメの生活史. 海洋と生物, **27**, 24-29 (2005)
- 19) 長野博光・石川晃寛・永井宏樹：感潮域のコアマモ以外の水草群落から採集されたアカメの稚魚と未成魚 (スズキ目：アカメ科). 四国自然史科学研究, **8**, 1-10 (2015)
- 20) 平山亜希子：三方五湖の水草. ナチュラリスト, **16**, 8 (2005)
- 21) 山室真澄：日本の汽水湖沼での異常増殖が懸念される淡水産沈水植物・浮葉植物の繁茂が確認された塩分範囲. 陸水学雑誌, **75**, 113-118 (2014)
- 22) 森 明寛・前田晃宏・日置佳之：汽水湖東郷池における淡水性水生植物セキショウモ *Vallisneria asiatica* Mikiの生息環境. 応用生態工学, **22**, 117-124 (2020)
- 23) 田代一洋・岩槻幸雄：アカメの飼育における成長と摂餌特性. 日水誌, **61**, 684-688 (1995)