

ワタカ稚魚の成長・生残および性比に及ぼす飼育水温の影響

藤岡康弘・山本充孝・根本守仁

Effects of water temperature on growth, mortality and sex ratios
in the early stages of wataka *Ischikauia steenackeri*

Yasuhiro Fujioka, Michitaka Yamamoto and Morihito Nemoto

キーワード：ワタカ，成長，水温，性比

The suitable water temperatures for the early growth of wataka *Ischikauia steenackeri* were investigated from 30 to 142 days post-hatch. Although the fast growth was seen at 30°C, the highest value of condition factor was recognized at 35°C. There was no growth difference between female and male at 110 days post-hatch. The sex ratios of the fish reared for 80 days from 30 days post-hatch did not deviate significantly from 1:1 at 20, 30 and 35°C, but was female biased at 25°C. Wataka was thought to adapt comparatively high water temperature condition.

ワタカ *Ischikauia steenackeri* は琵琶湖固有種でコイ科カワヒラ亜科に属する魚類である。¹⁾このカワヒラ亜科(Cultrinae)に属する魚類はユーラシア大陸には多く分布するものの日本ではワタカ 1種である。²⁾本種の食性は水草を主体とした雑食性で、成魚が水草を主食とする点で他のコイ科魚類にない特徴を有している。ワタカの生態などに関する研究は、中村^{3,4)}によるもの以外には見あたらず、これまでほとんど行われていないのが現状である。中村^{3,4)}によれば、本種は琵琶湖の沿岸や内湖を主な生息場所とし、産卵期は6月上旬～7月中旬で1年で全長7～8cm、満2年で15～20cmに成長するとされている。本種は移植により関東から九州の各地に定着していると言われているが、琵琶湖においては、近年激減している状況にあり、滋賀県版のレッドデータブックである「滋賀県で大切な生き物」で絶滅危惧種とされている。⁵⁾近年、琵琶湖では沿岸部を中心に水草が異常に高い密度で繁茂する現象が見られ、⁶⁾水草による船の航行障害や漁場環境の悪化などの弊害が出ている。⁷⁾このため水草を刈り取り減少させる事業が実施されており、水草を主食とする本種による水草の制御に期待がよせられている。今後、本種資源の回復を図るためには、琵琶湖におけるワタカの生息環境の改善と併せて種苗放

流など増殖技術の開発が必要であると考えられる。そのため本研究は、ワタカの増養殖技術に関する知見を得る目的から稚魚期における飼育水温と成長や生残率などの関係について検討を行った。

材料および方法

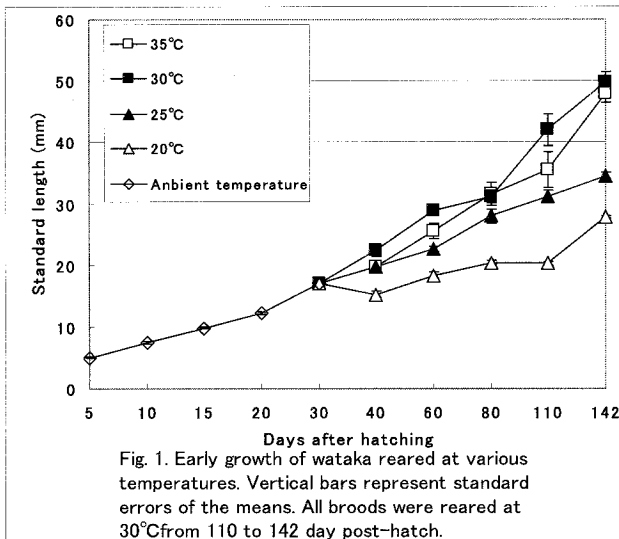
滋賀県水産試験場のコンクリート池で飼育中のワタカ親魚を用いて、1998年6月7日に飼育池の水面に人工の産卵藻であるキンランを浮かべ自然産卵により受精卵を採取した。卵は湖水を注入した容積1tのFRP水槽に収容して培養し、主に6月10日にふ化した仔魚約800尾を30Lのパンライト水槽に移して6月15日より順次ワムシ類やミジンコ類などを1日に朝夕の2回ほぼ飽食するまで与えて室温(18.0～26.0°C)で飼育した。ふ化後30日の稚魚を各80尾ずつ30Lのパンライト水槽4個に移し、各水槽の水温を20、25、30および35°Cに設定し80日間(ふ化後110日目)にわたり、ふ化後30日までと同様にワムシ類やミジンコ類などを1日に朝夕の2回ほぼ飽食するまで与えて飼育を行った。さらにふ化後142日までは飼育水温を30°Cに統一してコイ稚魚用の配合飼料をほぼ飽食するまで与えて飼育を継続した。この間、飼育魚を各区10～42尾取り上げて10%ホ

ルマリンで2ヶ月以上固定した後、体重および標準体長を測定するとともに、ふ化後142日の標本については実体顕微鏡下で解剖して生殖腺を取り出し、顕微鏡で100~200倍に拡大して生殖細胞を観察し性別を判定した。なお、生殖細胞の発達段階は、雌では周辺仁期の卵母細胞に達しており、雄のものとは明らかに区別された。また、ふ化後110日目については、肥満度(C)を $C = \text{体重(g)} \cdot 1000 / \text{標準体長(cm)}^3$ により算出して各飼育水温間で比較した。統計的検定には t 検定および χ^2 二乗検定を使用した。

結果

ふ化後5日の平均標準体長5.04mmの稚魚はふ化後15日には約10mmに成長し、ふ化後30日には平均17mmとなった(Fig. 1)。ふ化後30日以降に20℃から35℃の4段階の一定水温で飼育したところ、水温間で成長差が顕著となり、20℃区では成長が緩慢となったが25℃以上では比較的早く、特に30℃区で最も早い成長を示した(Fig. 2)。35℃区では30℃区との間でふ化後110日目の値に有意差はないもののふ化後40、60日目でも若干低い傾向が見られた。ふ化後110日以降に各区とも30℃で飼育したところ、20℃区および35℃区でそれまでに比較して成長率が高くなる傾向が見られた。ふ化後142日目における各区における雌雄の標準体長を比較したところ、各区とも雌雄間で有意差は認められなかった(Fig. 3)。

4段階の一定水温での飼育終了時であるふ化後110日目における各区の肥満度は、飼育水温が高い



ほど高くなる傾向が認められた(Fig. 4)。

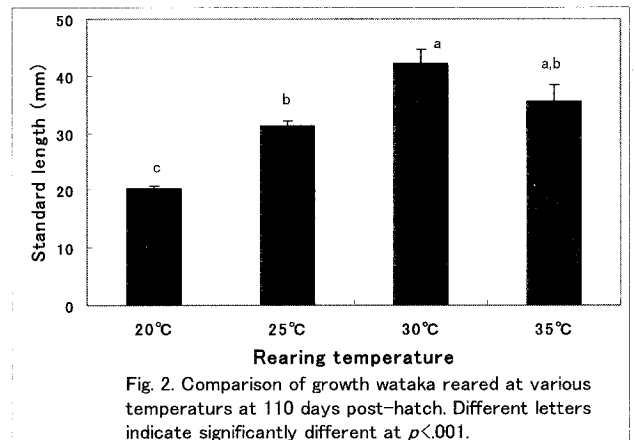
ふ化後30日から142日目までの生残率は20℃区が95.8%と最も高く、25~35℃では79.8~83.7%とほとんど差はなかった(Fig. 5)。

実験終了時に30℃区と35℃区で外見的な異形魚がそれぞれ1および3個体認められ、いずれも背鰭後方で「へ」の字に変形していた(Table 1)。

各区における雌の占める割合は44.7~65.9%で、25℃区で雌雄1対1に対して5%の危険率で有意差が認められ、雌の割合が多くなった(Fig. 6)。

考察

20℃から34℃の4段階の水温でホンモロコシのふ化後100日間の成長を比較すると34℃では成長阻害が生じるが20℃から30℃の範囲では大きな差は認められないことが報告されている。⁸⁾ 一方、本実験で用いたワタカでは、30℃と35℃では成長に大差は認められなかったものの35℃では成長率が低下する傾向にあり、また、30℃は25℃と比較して有意差がありワタカにとって30℃付近の水温が最も早い成長をもたらす水温であると推察された。逆に20℃では成長が緩慢でほとんど成長が認められないことが判明した。魚類の成長に及ぼす要因には水温以外に水質、光、密度、餌料、成熟や遺伝など指摘されている。^{9,10)} これらの要因がどの程度の影響を及ぼすかは魚種によって大きく異なってくるものと考えられるが、今回用いたワタカでは成長率に水温が大きく影響することが明らかとなった。中村^{3,4)}は、ワタカの産卵期は6月上旬から7月中旬と琵琶湖に生息するコイ科魚類の中で最も高温時に産卵すると述べている。このような生態から見てもワタカ



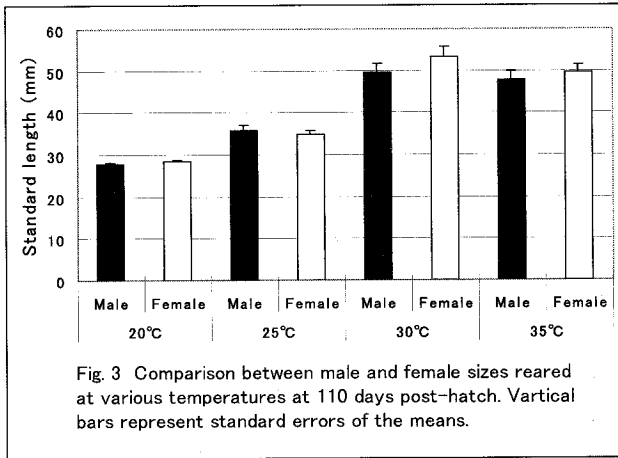


Fig. 3 Comparison between male and female sizes reared at various temperatures at 110 days post-hatch. Vertical bars represent standard errors of the means.

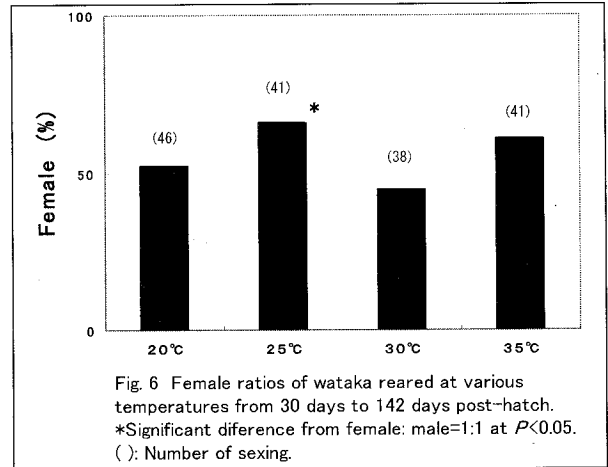


Fig. 6 Female ratios of wataka reared at various temperatures from 30 days to 142 days post-hatch. *Significant difference from female:male=1:1 at $P < 0.05$. (): Number of sexing.

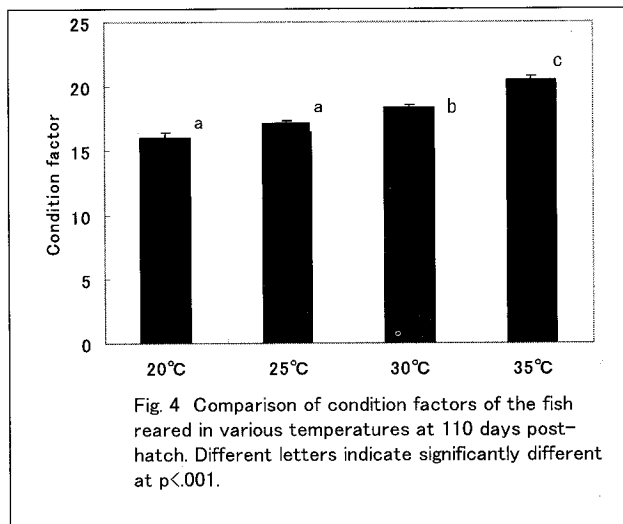


Fig. 4 Comparison of condition factors of the fish reared in various temperatures at 110 days post-hatch. Different letters indicate significantly different at $p < 0.001$.

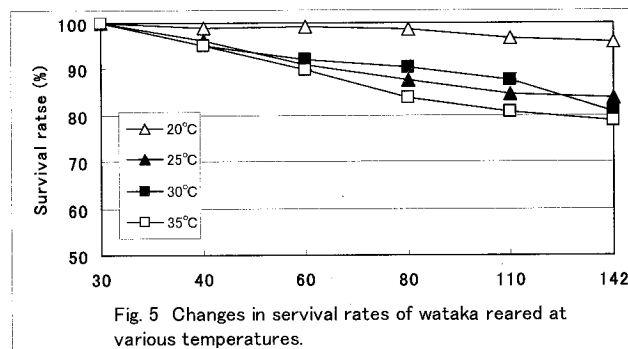


Fig. 5 Changes in survival rates of wataka reared at various temperatures.

Table 1. Number of fish deformed in each brood.

Temperature	20°C	25°C	30°C	35°C
No. of fish deformed	0	0	1	3
Total number of fish	46	41	38	41
% of fish deformed	0	0	2.63	7.32

はコイ科魚類の中でも高い水温に適応した魚類であると考えられる。

本実験で 30°C以上で飼育した場合に低率ではあるが異形魚が認められた。ホンモロコでは 30~34°C

で飼育した場合に比較的高率で異形魚が発生し、34°Cでは生理的な限界を超え異形魚の発生原因となっているものと考えられている。⁸⁾ ワタカにおいても 35°C飼育で 7%余りの異形魚の発生率を示し、成長も 30°Cに比較して遅くかつ生残率も最も低かったことからワタカの発育にとって 35°Cは高すぎるものと考えられた。

魚類の中で成長に雌雄差が認められる種は多く、ホンモロコでは雌が雄に比較して大きいことが報告されている。^{11,12)} 一方、ワタカでは雌雄による成長差はあまり顕著には認められないとされている。^{3,4)} 本研究において、雌雄による成長差を各飼育水温で比較したところ平均値に有意差はなく初期成長における雌雄差はないものと考えられる。

今回の実験において 20°Cから 35°Cの 4 段階で飼育したワタカの性別は 25°C区を除いて雌雄比は 1 対 1 を示した。25°C区では雌が 65.9%と性別が雌に偏る傾向を示し、飼育水温が性分化に影響を及ぼす可能性が認められた。飼育水温が性分化に及ぼす影響はすでにホンモロコ^{13,14)} やニゴロブナ¹⁵⁾ を始め、様々な分類群の魚類で報告されている。¹⁶⁾ 性分化に水温が影響する種類では、多くの場合高水温で雄の割合が増加するのが一般的であるが、今回のワタカでは 25°Cで雌の割合が高くなった。ただ、今回の実験では調査尾数が少なく、かつ水温と雌の割合との間には一定の傾向は認められなかったことから、さらに詳細な研究が必要であると考えられる。

要 約

1. ワタカの増養殖を行う目的から飼育条件のうち飼育水温に焦点を当てて稚魚期における成長・

生残・性比等に及ぼす影響について検討をおこなった。

2. ふ化後 30 日から 20℃、25℃、30℃および 35℃の一定水温で 80 日間にわたり動物プランクトンを与えて飼育したところ、30℃、35℃、25℃および 20℃の順に成長が早くなった。
3. 30℃と 35℃間では成長に有意差は認められなかったが、35℃では異形魚が多くなる傾向があり、20℃では成長がかなり遅滞した。
4. 成長からみたワタカ稚魚の最適飼育水温は 30℃付近にあるものと考えられた。
5. 各飼育水温での成長に雌雄差は認められなかった。
6. 各水温で飼育したワタカの性比は、20, 30 および 35℃では雌雄比が 1 対 1 であったが 25℃では雌に偏った性比を示した。

文 献

- 1) 細谷和海(1989) : ワタカ, 日本の淡水魚, 川那部浩哉・水野信彦編, 山と溪谷社, 東京, pp. 286-287.
- 2) ゲ・ベ・ニコリスキー(1982) : 系統魚類学, 高昭宏 訳, たたら書房, 米子, pp.268-270.
- 3) 中村守純(1950) : 琵琶湖産ワタカの生活史, 日水誌, 15 (12), 833-840.
- 4) 中村守純(1969) : ワタカ, 日本のコイ科魚類, (財)資源科学研究所, 東京, pp. 247-253.
- 5) 滋賀県(2006) : ワタカ, 滋賀県で大切にすべき野生生物, 滋賀県生きもの総合調査委員会編, サンライズ出版, 彦根, pp. 461.
- 6) 大塚泰介・桑原泰典・芳賀裕樹(2004) : 琵琶湖南湖における沈水植物群落の分布および現存量一魚群探知機を用いた推定一, 陸水学雑誌, 65:13-20.
- 7) 芳賀裕樹・芦谷美奈子・大塚泰介・松田征也・辻彰洋・馬場浩一・沼畑里美・山根猛(2006) : 琵琶湖南湖における湖底直上の溶存酸素濃度と沈水植物群落現存量の関係について, 陸水学雑誌, 67:23-27.
- 8) 藤岡康弘(2008) : ホンモロコの初期成長に及ぼす飼育水温の影響, 滋水研報, 52:27-31.
- 9) Brett. J.R.(1979) : Environmental factors and growth, Bioenergetics and growth, Fish physiology, Vol.8, Academic Press, London, pp.599-675.
- 10) 塚本勝巳(1989) : 仔稚魚の成長, 魚類の成熟・発生・成長とその制御, 水族繁殖学, 緑書房, 東京, pp.239-289.
- 11) 中村守純(1949) : 琵琶湖産ホンモロコの生活史, 日水誌, 15 (1), 88-96.
- 12) 中村守純(1969) : ホンモロコ, 日本のコイ科魚類, (財)資源科学研究所, 東京, pp. 117-125.
- 13) Fujioka, Y.(2001) : Thermolabile sex determination in honmoroko, J. Fish Bio., 59, 851-861.
- 14) Fujioka, Y.(2006) : Patterns of sex ratios response to water temperature during sex determination in honmoroko, Fisheries Science, 72, 1034-1041.
- 15) Fujioka, Y.(2002) : Effects of hormone treatments and temperature on sex-reversal of Nigorobuna *Carassius carassius grandoculis*, Fisheries Science, 68, 889-893.
- 16) Conover DO.(2004) : Temperature-dependent sex determination in fishes . Temperature-Dependent Sex Determination in Vertebrates . Smithsonian Books , Washington. pp.11-20.