

飼育および天然ブリ稚魚の一般成分 および無機質含量の比較

荒川 敏久,^{1*} 石崎 靖朗,² 中田 久,¹
清水 健,³ 有元 操,³ 竹内 俊郎²

(2000年4月24日受付, 2001年3月8日受理)

¹長崎県総合水産試験場, ²東京水産大学資源育成学科, ³日本栽培漁業協会上浦事業場

Comparison of Proximate and Mineral Compositions Between Hatchery Reared and Wild Caught Yellowtail *Seriola quinqueradiata* Juvenile

Toshihisa Arakawa,^{1*} Yasuro Ishizaki,² Hisashi Chuda,¹
Ken Shimizu,³ Misao Arimoto,³ Toshio Takeuchi²

¹Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nagasaki, 851-2213, ²Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, Tokyo, 108-8477, ³Kamiura Station, Japan Sea-Farming Association, Ohita, 879-2602, Japan

This experiment was conducted to investigate the differences in proximate and mineral compositions between hatchery reared and wild caught yellowtail *Seriola quinqueradiata* juveniles. The body excluding the stomach, intestine and pyloric cecum of 58- and 70-day-old juveniles produced at Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries in 1999 and those of juveniles caught from the coastal area of Kagoshima Prefecture in 1998 and Nagasaki Prefecture in 1999 were analyzed.

The crude lipid contents were higher in reared fish than the wild ones. On the other hand, the amount of crude protein in the wild fish was higher compared to the reared ones. Furthermore, the amount of calcium, magnesium, iron, zinc, and copper were different in the two types of fish. These nutritional elements could be important factors in health of the yellowtail juvenile.

キーワード: ブリ, 稚魚, 飼育魚, 天然魚, 一般組成, 無機質

ブリ類（ブリ以外にヒラマサ、カンパチを含む）は我が国魚類養殖の中で最も生産量の多い魚種であり、1998年度における生産量は約15万tと、2位のマダイ（8万t）や3位のギンザケ（1万t）を大きく引き離している。¹⁾中でもブリ *Seriola quinqueradiata* は全国で4千万尾以上が飼育される（鈎全国かん水養魚協会調べ）重要な養殖対象魚であるが、本種の養殖はマダイやギンザケと大きく異なり、現在に至るまでその養殖用種苗の殆ど全てが天然ブリ稚魚（モジャコ）の採捕により賄われている。このため、モジャコの好不漁により養殖量が左右され、また、大量採捕によるブリ天然資源量の減少も懸念されることから、養殖用人工種苗の量産技術開発が強く望まれている。

本種の種苗生産は古くから試みられている。内田ら²⁾は1958年に天然親魚を用いて採卵を行い、ふ化仔魚を得ることに成功した。その後、近畿大学、³⁾長崎大学、⁴⁾長崎水試、⁵⁾高知水試、⁶⁾日本栽培漁業協会⁷⁾などにより生産技術の改良が進められ、1998年には全国で415千尾の稚魚が生産される様になった。⁸⁾しかし、本種の種苗生産時の生残率は全長30~40mm程度の稚魚でふ化仔魚から20%以下と、^{9,10)}未だ商業レベルで成功しているとは言えない。また、形態異常の発現率も高く、¹⁰⁾今後改善されるべき問題点も多く残されている。さらに、養殖用種苗としての利用に当たっては生産された稚魚に生理的な健全性が必要とされる。¹¹⁾そのため、人工生産稚魚の質、すなわち栄養状態や活力・体力など種苗の基

* Tel : +81-95-850-6312, Fax : +81-95-850-6359, E-mail : arakawa@marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp

本的な健康状態を、健苗性の手本である天然稚魚¹²⁾に近付けることが望まれている。

栄養状態は魚の健全性に大きく関与しており、餌・飼料の栄養成分は魚の体成分に反映される。^{13,14)} 従って、飼育および天然稚魚の体成分を比較することは、両者が摂餌した餌・飼料の質の違いや稚魚の健全性の差を解明するための手段の一つとして有効であると考えられる。そこで本報では、採卵から稚魚生産に至る過程の全てを飼育環境下におかれたブリ人工生産稚魚とブリ天然稚魚の一般成分および無機成分を全長別に分析して両者を比較し、飼育ブリ稚魚の健全性を評価すると共に、飼育に用いた餌・飼料の質についても評価を試みたので報告する。

材料および方法

供試魚 飼育稚魚には、1999年2月に長崎県総合水産試験場で採卵し、同場の陸上100 kL円形水槽を用い、成長に応じてマリングロス(日清サイエンス㈱製)、アクアラン(武田科学飼料㈱製)およびスーパー生クロレラV12(クロレラ工業㈱製)で栄養強化したS型シオミズツボワムシ *Brachionus rotundiformis*, マリンアルファおよびマリングロス(日清サイエンス㈱製)で栄養強化したユタ産アルテミアのノープリウス幼生、マダイ卵および市販配合飼料(日清サイエンス㈱、日本ファインフーズ㈱および日清飼料㈱製)を給餌して飼育した日令58および70のブリ稚魚を用いた。種苗生産期間中の餌料系列はFig. 1に、水温および仔稚魚の平均全長の推移はFig. 2に示す。

天然稚魚には、1998年4月に鹿児島県沿岸で採捕したブリ稚魚および1999年4月に長崎県五島沿岸で採捕したブリ稚魚を用いた。

これら供試魚は、採捕後直ちにペーパータオルで体表の水分を取り除いてチャック付きポリエチレン製密閉袋に収容し、-40℃の冷凍庫中に保存した。

試料の調整 全長の違いによる体組成の変化を調べるため、飼育および天然稚魚は全長により10 mm毎に大まかに区分した。区分した各群の平均全長および個体数はTable 1に示す。

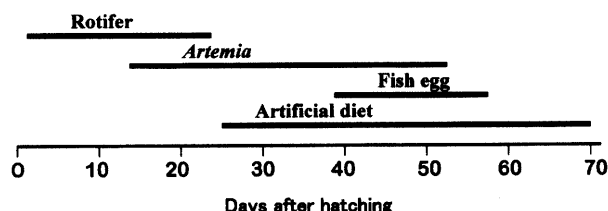


Fig. 1. Feeding schedule applied to seed production of yellowtail at Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries in 1999.

分析の前処理として、各群いずれの稚魚も、体内に残る餌・飼料の影響を排除するため、消化管を取り除いた。消化管を取り除いた稚魚は、各群毎に乳鉢を用いて全個体をすりつぶして均一化し、分析試料とした。なお、本論文では上記により調整した試料を全魚体と略記する。

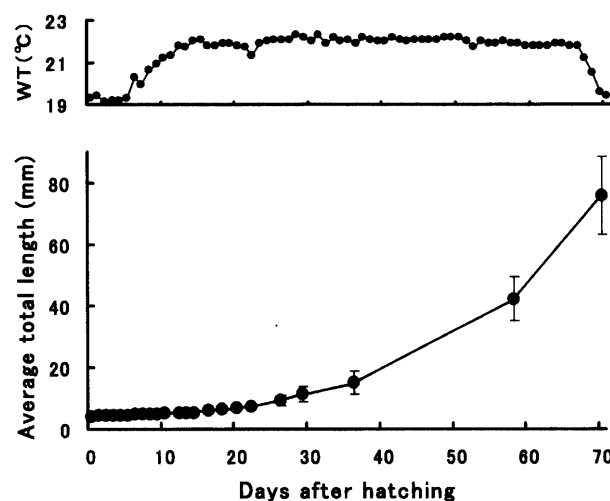


Fig. 2. Water temperature and growth on seed production of yellowtail at Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries in 1999. Solid circles and vertical lines in the figure of average total length show mean and S.D..

Table 1. Average total length of fish used for proximate and mineral composition analyses

Average total length (mm)			
Hatchery reared fish*1		Wild caught fish	
58-day-old	70-day-old	Kagoshima-98*2	Nagasaki-99*3
—	—	26.0 ± 4.7*4 (n = 23*5)	27.1 ± 2.2 (n = 13)
37.3 ± 3.3 (n = 38)	—	38.1 ± 2.3 (n = 27)	38.0 ± 3.1 (n = 31)
48.0 ± 2.1 (n = 24)	—	49.5 ± 4.3 (n = 16)	47.8 ± 2.4 (n = 8)
55.9 ± 2.1 (n = 11)	56.6 ± 3.0 (n = 12)	—	—
—	67.7 ± 2.1 (n = 10)	67.6 ± 6.8 (n = 14)	—
—	93.6 ± 2.3 (n = 4)	—	—
—	—	113.5 ± 7.8 (n = 2)	—

*1 Fish produced at Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries in 1999.

*2 Fish caught from the coastal area of Kagoshima Prefecture in 1998.

*3 Fish caught from the coastal area of Nagasaki Prefecture in 1999.

*4 Mean ± S.D.

*5 Number of specimens.

分析方法 一般成分（水分、粗タンパク質、粗脂肪および粗灰分）および無機成分（リン、P：カルシウム、Ca：ナトリウム、Na：カリウム、K：マグネシウム、Mg：鉄、Fe：亜鉛、Zn：マンガン、Mn：銅、Cu）の分析を行った。

水分は常圧加熱乾燥法¹⁵⁾、粗タンパク質はミクロケルダール法¹⁵⁾、粗脂肪はクロロホルム：メタノール＝2：1（V/V）混液を用いた Folch らの方法¹⁶⁾、粗灰分は灰化法¹⁵⁾により定量した。無機成分の分析は、試料に 5 mL の硝酸を加え、MLS-1200 Mega Microwave Digestion System を用いて分解した後、P は分光吸光法¹⁷⁾、Ca, Na, K, Mg, Fe および Zn は原子吸光法¹⁷⁻²⁰⁾、Mn および Cu は炎光吸光法²¹⁾により定量した。粗タンパク質、粗脂肪および粗灰分含量ならびに無機成分の分析結果は、乾物換算で示した。

結 果

一般成分 飼育および天然ブリ稚魚の水分含量は Fig. 3 に、粗タンパク質、粗脂肪および粗灰分含量の分析結果（乾物換算）は Fig. 4 に示す。

水分含量では、天然稚魚が 76～78% であるのに対し、飼育稚魚は 77～80% と同サイズの天然稚魚に比べて多い傾向がみられた。

天然稚魚の粗タンパク質含量は 75～79% の範囲にあり、大型群ほど増加する傾向を示した。一方、飼育稚魚では 73～76% の範囲にあり、大型群ではむしろ僅かに減少する傾向を示した。同サイズの稚魚の比較では、飼育魚の粗タンパク質含量は天然魚より少ない傾向にあった。

天然稚魚の粗脂肪含量は 9～12% の範囲にあり、産地が同じ場合にはサイズに関係なくほぼ一定していた。

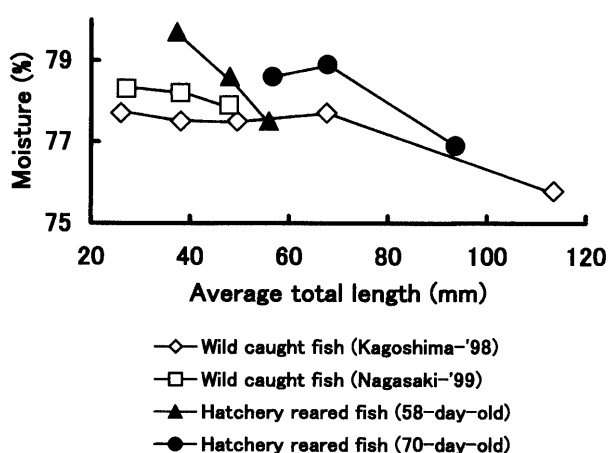


Fig. 3. Changes in the moisture content of the whole body of hatchery reared and wild caught yellowtail juvenile.

一方、飼育稚魚では 13～17% の範囲にあり、大型群ほど増加する傾向を示した。飼育稚魚の粗脂肪含量は同サイズの天然稚魚より多く、大型群ではその差が開く傾向がみられた。

粗灰分含量は天然稚魚では 11～15%，飼育稚魚では 13～15% の範囲にあり、両者とも大型群ほど減少する傾向を示した。同サイズの稚魚の比較では、飼育魚の粗灰分含量は天然魚より僅かに多い傾向がみられた。

無機成分 飼育および天然ブリ稚魚各無機成分の分析結果（乾物換算）は Fig. 5 に示す。

P 含量は、天然稚魚では 23～30 mg/g、飼育稚魚では 25～31 mg/g の範囲にあり、両者に大差なかった。

Ca 含量は、天然稚魚では 21～26 mg/g、飼育稚魚では 24～31 mg/g の範囲にあり、飼育稚魚の含量は同サイズの天然稚魚より多いが、同日令では大型群ほど少なくなる傾向がみられた。

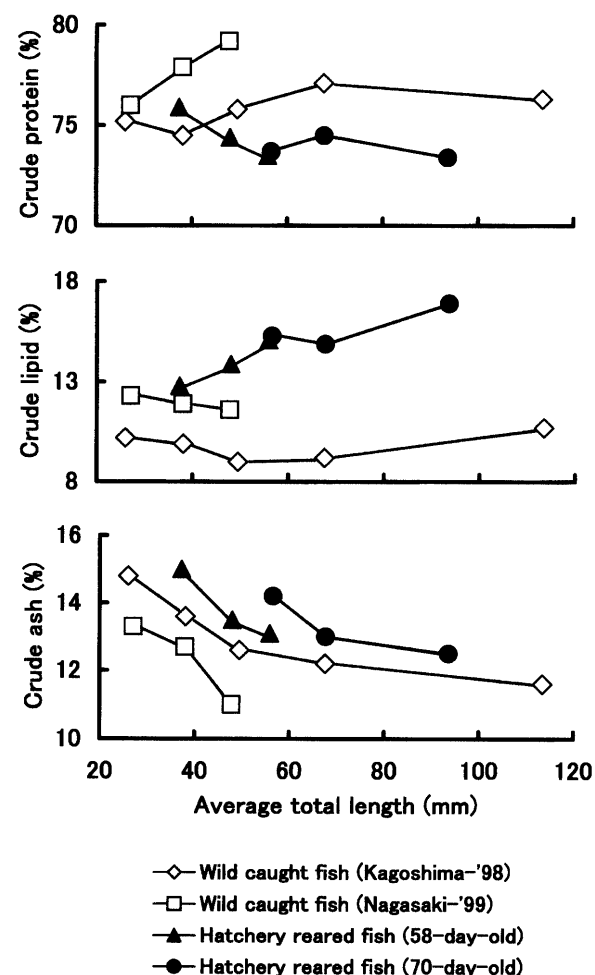


Fig. 4. Changes in the crude protein, crude lipid and crude ash content of the whole body of hatchery reared and wild caught yellowtail juvenile (dry matter basis).

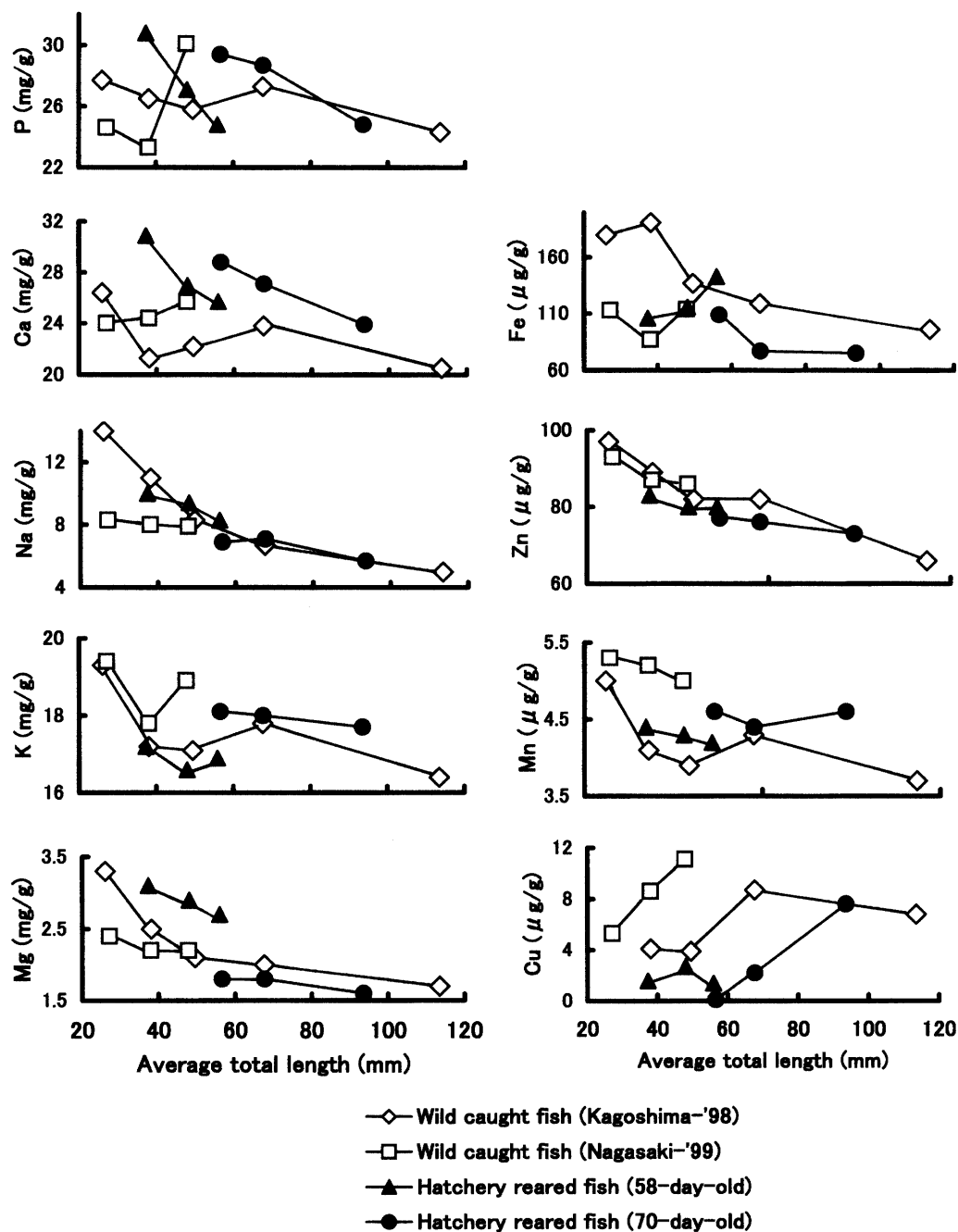


Fig. 5. Changes in the mineral composition of the whole body of hatchery reared and wild caught yellowtail juvenile (dry matter basis).

Na 含量は、天然稚魚では 5~14 mg/g、飼育稚魚では 6~10 mg/g の範囲にあり、鹿児島県産天然稚魚の小型群（平均全長 26 mm）を除き、両者に差は殆どなかった。

K 含量は、天然稚魚では 16~19 mg/g、飼育稚魚では 17~18 mg/g の範囲にあり、両者に差は殆どなかった。

Mg 含量は、天然稚魚では、鹿児島県産の小型群（平

均全長 26 mm）を除き、1.7~2.5 mg/g の範囲にあった。飼育稚魚は日令により含量に差がみられた。すなわち、日令 58 では 2.7~3.1 mg/g、日令 70 では 1.6~1.8 mg/g の範囲にあり、同サイズの天然稚魚の値に比べて日令 58 では大きく、日令 70 では小さい傾向を示した。

Fe 含量は、天然稚魚では 90~190 $\mu\text{g/g}$ の範囲にあり、産地やサイズによる差が大きかった。飼育稚魚では日令により差がみられ、日令 58 では 110~140 $\mu\text{g/g}$ 、

日令 70 では $80\sim110\text{ }\mu\text{g/g}$ の範囲にあった。産地、サイズ、日令による差が大きいものの、日令 70 の飼育稚魚の値は同サイズの天然稚魚に比べて小さい傾向にあった。

Zn 含量は、天然稚魚では $70\sim100\text{ }\mu\text{g/g}$ 、飼育稚魚では $70\sim80\text{ }\mu\text{g/g}$ の範囲にあり、両者とも大型群ほど減少する傾向を示した。飼育稚魚の値は同サイズの天然稚魚に比べて小さい傾向がみられた。

Mn 含量は、天然稚魚、飼育稚魚とも $4\sim5\text{ }\mu\text{g/g}$ で、両者に差は殆どなかった。

Cu 含量は、天然稚魚では $4\sim11\text{ }\mu\text{g/g}$ の範囲にあったのに対し、飼育稚魚では $8\text{ }\mu\text{g/g}$ 以下であった。産地、サイズ、日令による差が大きい、飼育稚魚の含量は同サイズの天然稚魚に比べて少ない傾向がみられた。

考 察

天然稚魚は環境の厳しい天然海での生育に必要な健全性を維持するのに十分な栄養状態にあり、体成分はその栄養状態を反映していると推察される。これに対し、飼育稚魚の健全性は給餌される餌・飼料に含まれる栄養成分の過不足によって左右され、体成分は摂取した栄養成分の量や質により変化することが知られている。^{13,14)}

分析の結果、飼育ブリ稚魚は成長によって粗脂肪含量が増加し、粗タンパク質含量が減少する傾向にあることが分かった。これに対し、天然ブリ稚魚では、成長による粗脂肪含量の変化は殆どなく、粗タンパク質含量には増加傾向がみられた。また、同サイズの稚魚の比較では、飼育魚は天然魚に比べて粗脂肪含量が多く、粗タンパク質含量が少なかった (Fig. 4)。

飼育稚魚の粗タンパク質含量が天然稚魚に比べて少なく、粗脂肪含量の多いことはシマアジ²²⁾においても報告されている。脂質は餌・飼料が不足した際にエネルギー源として利用されることから、粗脂肪含量の高い飼育稚魚は、餌止めや飢餓に対する耐性が強いと考えられる。一方、飼育稚魚における粗タンパク質含量の低さは、食物に遭遇する機会が少なく、捕食者に遭遇する機会が多い天然海への放流に当たっては不利と考えられる。すなわち、タンパク質は主に筋肉組織を構成する成分であることから、飼育稚魚は天然稚魚に比べて筋肉の発達が不十分であり、遊泳能力、索餌能力、外敵からの回避能力などに問題を有していると推察される。今後、このような体成分をもつ飼育稚魚が生存、生育に適切かどうか、遊泳スピードや遊泳持続時間などについて検討を加える必要があろう。

なお、天然稚魚に比べて過多となっている飼育稚魚の粗脂肪含量は、成長によってその差が拡大している。脂質の過剰蓄積は、運動代謝による必要量に比べ、摂取エネルギー量が多かったことが原因と考えられる。今後、

天然稚魚に近い一般組成をもつ種苗の生産を目指すに当たり、給餌する餌・飼料のエネルギー/タンパク質含量比や給餌量、給餌方法を検討する必要があると考えられた。

粗灰分含量では飼育稚魚と天然稚魚との間に大差なかったが、一部の無機質成分含量に差が認められた。すなわち、Ca 含量は飼育稚魚が天然稚魚より多く、Zn や Cu 含量は飼育稚魚が天然稚魚より少ない傾向が認められた。また、日令 70 の飼育稚魚では Mg や Fe 含量が同サイズの天然稚魚に比べて少なかった (Fig. 5)。

Ca は P と並び脊椎動物の代表的な無機質であり、主に骨格の構成元素として存在している。魚体中の Ca 含量は飼料中の P や Mg 含量に関係しており、飼料の P 不足により魚体の Ca 含量が低下すること^{17,23-25)} また、飼料の Mg 不足により魚体の Ca 含量が増加すること^{19,26)} が報告されている。

今回の結果をみると、飼育稚魚と天然稚魚の Ca 含量には差が認められたものの、P 含量では両者に差がなかった。このことから、今回用いた餌・飼料に含まれる P の含量および利用率に問題はなかったと推察された。一方、飼育稚魚の Mg 含量は、配合飼料単独給餌となった日令 70 (Fig. 1) で天然稚魚を下回った。この結果、飼育稚魚の Ca/Mg 比は日令 58 の約 10 から日令 70 では約 15 に増加し、同サイズの天然稚魚に比べて高くなった (Fig. 6)。日令 58 の飼育稚魚においては魚体の Mg 含量が天然稚魚より多いにもかかわらず Ca 含量が天然稚魚を上回っていることから、飼育稚魚の Ca の多さを単純に餌・飼料の Mg 不足に結びつけることは出来ないが、今後、餌・飼料に含まれる Ca および Mg の含量や利用率を検討する必要があると考えられた。

また、微量元素では Fe, Zn および Cu において飼育稚魚と天然稚魚の含量に相違がみられた。すなわち、同

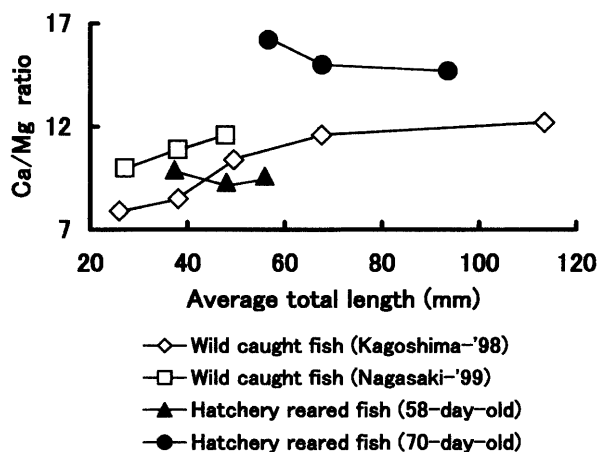


Fig. 6. Changes in the Ca/Mg ratio of the whole body of hatchery reared and wild caught yellowtail juvenile.

サイズの稚魚を比較した場合、前者は後者に比べて含量が少なくなる傾向にあった。これら元素は餌・飼料中の不足により成長不良、へい死率の上昇、貧血および形態異常個体の出現などの欠乏症を引き起こすことが報告されている。^{20,21,27-33)} 今後、餌・飼料に含まれるこれら微量元素の含量や利用率についても検討する必要があると考えられた。

以上、栄養状態からみた場合、飼育稚魚は天然稚魚に比べて飢餓耐性に勝るものの遊泳能力に劣り、貧血や形態異常個体出現の可能性の高いことが示唆された。

長崎県五島沿岸で採捕される天然ブリ稚魚の成長は、 $y = 9.61 \times e^{0.025x}$ (y : 全長 mm, x : 日令) で表されることが報告されている。³⁴⁾ この式から求めた日令 58 の天然稚魚の全長は 41 mm であり、今回分析に供した同日令の飼育稚魚の平均全長 42 mm とほぼ等しかった。一方、配合飼料単独給餌となった日令 70 の飼育稚魚の平均全長は 76 mm で、同様にして求めた日令 70 の天然稚魚の全長 55 mm を上回った。このことから、今回用いた配合飼料はブリ稚魚に対して優れた成長効果をもっていたと推察された。しかし、1999 年に長崎県総合水産試験場で生産されたブリ飼育稚魚と天然稚魚との間には粗タンパク質含量や粗脂肪含量、ならびに無機成分の内 Ca, Mg, Fe, Zn, および Cu 含量に差のあることが明らかになった。

以上、今回飼育に使用した餌・飼料は、ブリ稚魚の成長を促すのに十分な栄養組成をもっているものの、健苗性向上の観点からは、エネルギー/タンパク質含量比ならびに無機質成分の含量や利用率について、改善の必要性のあることが示唆された。

今後、このような栄養組成をもつ飼育稚魚の養殖種苗としての適性を検討すると共に、ブリ飼育稚魚の健全性向上に向け、仔稚魚期におけるこれら栄養素の要求量についても検討を加える必要があると考えられた。

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部. 養殖魚種別収穫量 (種苗養殖を除く). 平成 10 年度魚類・養殖生産統計年報, 財農林統計協会, 東京, 2000; 162-163.
- 2) 内田恵太郎, 道津喜衛, 水戸 敏, 中原官太郎. ブリの産卵および初期生活史. 九州大学農学部学芸誌 1958; **16**: 329-342.
- 3) 原田輝雄. ハマチ・カンパチ. 「養魚学各論」(川本信之編) 恒星社厚生閣, 東京, 1967; 454-492.
- 4) 道津喜衛. 採卵用親魚の育成. 日水誌 1962; **28**: 549-551.
- 5) 藤田矢郎, 与賀田稔久, 飯村秀雄. 人工ふ化養成ブリからの採卵. 長崎水試研報 1977; **3**: 16-22.
- 6) 広沢国昭. ブリの採卵について. 栽培技研 1972; **1**: 17-24.
- 7) 財日本栽培漁業協会. ブリの親魚養成技術開発. 栽培漁業技術シリーズ 5, 財日本栽培漁業協会, 東京, 1999; 1-72.
- 8) 水産庁・財日本栽培漁業協会. 種苗生産実績表. 平成 9 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国)~資料編~, 財日本栽培漁業協会, 東京, 1999; 11-84.
- 9) 中田 久. ブリの種苗量産試験. 平成 9 年度長崎水試事報, 長崎県総合水産試験場, 長崎, 1998; 73-76.
- 10) 財日本栽培漁業協会. ブリ. 平成 9 年度日裁協年報, 財日本栽培漁業協会, 東京, 1999; 163-164.
- 11) 中野 広. 種苗の評価基準. 「放流魚の健苗性と育成技術」(北島 力編) 恒星社厚生閣, 東京, 1993; 9-18.
- 12) 塚本勝巳. 種苗の質. 「放流魚の健苗性と育成技術」(北島 力編) 恒星社厚生閣, 東京, 1993; 102-113.
- 13) 竹内俊郎. 魚類における栄養素の欠乏症と要求量. 平成 3 年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚期の发育シリーズ No. 4, 財日本栽培漁業協会, 東京, 1991; 1-68.
- 14) 竹内俊郎. ヒラメ仔稚魚の栄養要求. 平成 10 年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚期の发育シリーズ No. 11, 財日本栽培漁業協会, 東京, 1998; 1-23.
- 15) Takeuchi T. Laboratory work...Chemical evaluation of dietary nutrients. In: Watanabe T (ed.) *Fish Nutrition and Mariculture* JICA textbook. JICA, Tokyo, 1988; 179-198.
- 16) Folch J, Lees M, Stanley HS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Bio. Chem.* 1975; **226**: 497-506.
- 17) Ogino C, Takeda H. Mineral requirement in fish-III. Calcium and phosphorus requirement in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1976; **42**: 793-799.
- 18) Ogino C, Kamizono M. Mineral requirement in fish-I. Effects of dietary salt-mixture levels on growth, mortality, and body composition in rainbow trout and carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1976; **41**: 71-75.
- 19) Ogino C, Chou Y. Mineral requirement in fish-II. Magnesium requirement of carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1976; **42**: 71-75.
- 20) Ogino C, Yang GY. Requirement of rainbow trout for dietary zinc. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1978; **44**: 1015-1018.
- 21) 荻野珍吉, 楊 洗洋. コイおよびニジマスにおけるマンガンおよび銅の要求について. 日水誌 1980; **46**: 455-458.
- 22) 中嶋雅司, 竹内俊郎, 兼松正衛, 今泉圭之輔, 崎山一孝, 渡邊 武. シマアジ稚魚の魚体成分に及ぼす成長速度および選別の影響. 水産増殖 1995; **43**: 353-358.
- 23) 荻野珍吉, 武田 博. ニジマスにおけるカルシウムおよび燐の要求. 日水誌 1978; **44**: 1019-1022.
- 24) Sakamoto S, Yone Y. Effect of dietary phosphorus level on chemical composition of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1978; **44**: 227-229.
- 25) Watanabe T, Murakami A, Takeuchi L, Nose T, Ogino C. Requirement of chum salmon held in freshwater for dietary phosphorus. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1980; **46**: 361-367.
- 26) 荻野珍吉, 隆島史夫, 邱 景雲. ニジマスのマグネシウム要求について. 日水誌 1978; **44**: 1105-1108.
- 27) 荻野珍吉, 楊 洗洋. コイの亜鉛欠乏症および要求量. 日水誌 1979; **45**: 967-969.
- 28) 佐藤秀一, 山本裕夫, 竹内俊郎, 渡邊 武. ニジマスに対する各種微量元素無添加魚粉飼料の影響. 日水誌 1983; **49**: 425-429.
- 29) Kawatsu H. Studies on the anemia of fish-V. Dietary iron deficient anemia in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.* 1972; **22**: 59-67.
- 30) Sakamoto S, Yone Y. Iron deficiency symptoms of carp.

- Nippon Suisan Gakkaishi* 1978; **44**: 1157-1160.
- 31) Sakamoto S, Yone Y. Requirement of red sea bream for Dietary Fe-I. *Rep. Fish. Res. Lab. Kyusyu Univ.* 1976; **3**: 53-58.
 - 32) 川崎悟朗, 高橋 猛. パルブ酵母の多食によるウナギの貧血およびその鉄剤投与による防止. *水産増殖* 1973; **21**: 17-21.
 - 33) 池田弥生, 尾崎久雄, 上松和夫. ハマチへの鉄剤添加配合飼料の効果. *東水大研報* 1973; **59**: 91-99.
 - 34) Sakakura Y, Tsukamoto K. Age composition in the schools of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds in the east china sea. *Fisheries Sci.* 1997; **63**: 37-41.