

低水温期のマサバ当歳魚の成長および体成分に及ぼす 飼料のカロリー・タンパク質比の影響

朝井 隆元

Effect of Dietary Calorie-to-Protein Ratio on the Growth and Body Composition of 0-year-old Chub mackerel
Scomber japonicus in Low Temperature Period

Takayuki Asai

大分県における主要養殖魚種の価格は近年低迷しており、その対策の1つとして養殖現場からは対象魚種の多様化が求められている。

マサバ *Scomber japonicus* の養殖は以前から定置網等で漁獲されたものを種苗として短期間行われることがあったが、種苗を天然魚に依存する方法では、漁獲域によってはマサバより安価でかつ幼魚期には識別が困難なゴマサバ *Scomber australasicus* が多数混獲されることや¹⁾ 食品衛生上問題となるアニサキスの寄生²⁾を受けている可能性があるなどの問題があった。しかし数年前から複数の種苗生産機関において試験的に養殖用のマサバ人工種苗の生産が試みられるようになったことに加え³⁾ 刺身用食材としての人気も近年高まっており、サイズによっては高値で取引されることから、養殖対象魚種として有望と考えられるようになった。ただし人工種苗の飼育に関する知見は乏しく、マサバの養殖技術は確立されていない。このようなことから著者らはマサバの養殖技術を確立するための基礎的知見を得るため、2002年に当センターで種苗生産技術開発を目的として生産された人工種苗を用いて周年にわたって飼育したところ、飼料として生餌を用いた場合と配合飼料を用いた場合では両者の成長や生残率に差がみられ^{4,5)} この原因の1つに飼料のカロリー・タンパク質比⁶⁾ (以下 C/P 比)の違いが示唆された。

養殖魚の育成には、飼料中のタンパク質および脂質の品質とともに、それらのバランスも重要である。C/P 比はそのバランスの指標であり、いくつかの魚種でその適正值が検討されている。⁷⁻¹¹⁾ 既に著者らは C/P 比が異なる飼料を用いて高水温期にマサバ当歳魚を飼育し、成長および飼料効率から高水温期の飼料の適正 C/P 比は 77 もしくはその前後にあると推察した。¹²⁾ プリ *Seriola quinqueradiata*¹³⁾ などの魚種では、飼料の適正 C/P 比は魚体重や水温によって異なることが知られている。したがって本報では低水温期にマサバ当歳魚を飼育し、飼育成績と飼育終了時の魚体性状から飼料の適正 C/P 比を検討したので報告する。

材料と方法

飼料 試験用飼料として、脂肪含量の少ない市販のヒラメ用 EP (日本配合飼料株式会社、沈降タイプ、粒径 6mm) に、市販のフィードオイル (理研ビタミン株式会社) を外割で 0、4 および 8% 添加して供試飼料を作成した。供試飼料の一般成分および C/P 比は表 1 に示したとおりである。なお一般成分の分析法および C/P 比の算出法は既報^{14,15)} に準じた。

表1. 供試飼料の飼料組成と一般成分

供試飼料	1区	2区	3区
飼料組成 (%)			
EP	100.0	96.2	92.6
フィードオイル	0.0	3.8	7.4
一般成分 (%)			
水分	6.6	6.3	6.1
粗タンパク質	53.4	51.3	49.4
粗脂肪	11.4	14.8	18.0
粗糖質	13.7	13.2	12.7
粗灰分	13.8	13.3	12.8
可消化エネルギー(kcal/kg)*	3698.6	3862.1	4018.6
C/P比*	69.3	75.3	81.3

*可消化エネルギーを粗タンパク質：4.5kcal/g、粗脂肪：8.0kcal/g、粗糖質：2.8kcal/gとして算出。

供試魚および飼育方法 供試魚は当センターで種苗生産技術開発を目的として生産されたマサバを用いた。¹⁶⁾

2003年11月17日に当センター地先の海面小割生簀(3×3×2.5m)3面に170尾ずつ収容した。給餌は原則として3日/週の頻度で、午前中に手撒きにより飽食するまで行った。飼育は2004年3月16日まで行った。飼育期間の水温は12.6-22.0で推移した。

測定および分析 死亡魚はその都度取り上げて魚体重を測定するとともに、鰓および体表部の検鏡観察と1%NaCl加トリプトソーヤ寒天培地(日水製薬株式会社)を用いた腎臓からの菌分離によって死亡原因の推定を試みた。飼育終了時に総魚体重を測定し、総魚体重の増重量、死亡魚の総重量および総給餌量の乾物換算値から各区の日間増重率、日間給餌率および飼料効率を算出した。さらに各区から15尾ずつ取り上げ、体重、尾叉長、肝臓重量および生殖腺重量を計測し、肥満度、比肝重値および生殖腺指数(GSI)を求めた。計測後、筋肉(左眼側背部)および肝臓を採取し、各区ごとに試料を混合して均一化した後、それぞれの一般成分を飼料と同様の手法により分析した。

統計検定 魚体測定値について、Mann-WhitneyのU検定により有意差の検定を行った。

結果

各区の飼育成績を表2に示した。各区の日間増重率にほとんど違いはみられなかったが、1区で日間給餌率がやや高く、飼料効率がやや劣っていた。なお各区とも試験開始時から6日の間に1-3区でそれぞれ12,10および15尾死亡した。死亡魚の主な症状は体表のスレであったが、病原体は検出されなかった。飼育終了時の生残率は2区がやや高かった。

各区の飼育終了時の魚体性状を表3に示した。体重および尾叉長の平均値は、雌雄とも3区がやや大きかったが、各区間や雌雄間に有意差はみられなかった。肥満度は飼料のC/P比が高いほど高くなる傾向がみられ、雌雄

とも1区に対して3区が有意($p<0.05$)に高かった。比肝重値は雄では3区に対して1区が有意($p<0.05$)に高かった。GSIは雄では飼料のC/P比が高いほど高くなる傾向がみられ、有意差はみられなかったが3区の平均値が最も高かったのとは対照的に、雌では1区に対して3区が有意($p<0.05$)に低かった。さらに雌より雄が高い傾向にあり、2区および3区において雄が雌より有意($p<0.05$)に高かった。

各区の飼育終了時における魚体の一般成分を表4に示した。筋肉および肝臓とも脂質含量は1区が低く、3区が高かった。

考察

今回著者は低水温期におけるマサバの飼料の適正C/P比について検討した。まず各区の飼育成績を比較すると、成長の指標である日間増重率は各区にほとんど違いがみられず、1区で摂餌活性の指標となる日間給餌率がやや高かったが、飼料効率はやや劣っていた。なお生残率は2区が高くなったが、死亡魚から病原体が検出されなかつ

表2. 飼育成績

	1区	2区	3区
尾数			
開始時	170	170	170
終了時	158	160	155
生残率 (%)	92.9	94.1	91.3
平均体重			
開始時 (g)	110	120	116
終了時 (g)	208	217	215
飼育日数 (日)	121	121	121
給餌日数 (日)	52	52	52
日間増重率 (%/日)	0.48	0.45	0.46
日間給餌率* (%/日)	1.26	1.15	1.15
飼料効率* (%)	38.2	39.2	39.6

* 給餌量を乾物換算して算出

表3. 飼育終了時の魚体性状

	1区		2区		3区	
	雄 2	雌 13	雄 8	雌 7	雄 8	雌 7
体重 (g)	208 ± 23 ^a	221 ± 50 ^a	215 ± 40 ^a	226 ± 79 ^a	252 ± 50 ^a	251 ± 56 ^a
尾叉長 (cm)	25.3 ± 0.4 ^a	25.6 ± 2.0 ^a	25.0 ± 1.2 ^a	25.3 ± 2.9 ^a	26.1 ± 1.2 ^a	26.0 ± 1.7 ^a
肥満度	12.8 ± 0.7 ^a	13.0 ± 0.7 ^a	13.6 ± 0.8 ^{ab}	13.4 ± 1.5 ^{ab}	14.0 ± 1.1 ^b	14.0 ± 1.2 ^b
比肝重値 (%)	2.40 ± 0.30 ^a	1.91 ± 0.31 ^{ab}	1.87 ± 0.33 ^{ab}	1.74 ± 0.40 ^b	1.77 ± 0.36 ^b	2.03 ± 0.15 ^{ab}
GSI (%)	1.06 ± 0.80 ^{abcd}	0.82 ± 0.24 ^{ab}	1.50 ± 0.54 ^{ac}	0.80 ± 0.48 ^{bd}	2.22 ± 1.30 ^c	0.51 ± 0.23 ^d

* 異記号間で有意の差 ($p<0.05$) があることを示す。

マサバ飼料の適正 C/P 比

表4. 飼育終了時の魚体成分

	1区	2区	3区
筋肉			
水分 (%)	61.2	60.5	57.6
粗タンパク質	20.7	20.7	20.8
粗脂肪	16.2	17.7	20.5
粗糖質	0.0	0.0	0.0
粗灰分	1.1	1.1	1.1
肝臓			
水分 (%)	62.5	64.5	61.4
粗タンパク質	14.7	14.6	14.8
粗脂肪	12.6	13.8	15.2
粗糖質	8.7	5.6	7.1
粗灰分	1.5	1.5	1.5

* 筋肉は左眼側背部を採取。

* 筋肉および肝臓とも 15 尾分を混合して分析。

たことから、飼料の C/P 比の違いによる影響ではなく、試験区設定時に生じたハンドリングによるスレが大きく影響したと考えられる。

高水温期¹²⁾では、C/P 比が 77 の飼料を用いた試験区が成長および飼料効率とも優れており、飼料の適正 C/P 比は 77 もしくはその前後にあると推察されたが、本報では各区間に成長差がほとんどみられなかった。高水温期とは異なり、低水温期の成長は飼料の C/P 比の影響を受けにくいかもしれない。

前報⁵⁾で、飼料として配合飼料と生餌を用いた場合では成長および飼料効率とも生餌が優れており、その原因の 1 つとして飼料の C/P 比の違いが推測されたが、比較的よく似た水温帯と魚体サイズで行った本報において、各区間に成長差はほとんどみられなかった。一方、高水温期⁴⁾では配合飼料と生餌の飼料効率にほとんど違いが認められなかった。またブリでは、EP 給餌は当歳魚の高水温期には生餌主体餌料給餌に劣らない飼育成績が得られるが、水温の低下に伴い成長や飼料効率が生餌主体餌料より劣ることが報告されている。^{17,18)} このため生餌と比較して配合飼料は、低水温期ではその消化性に問題があり、飼料効率が悪化して成長が劣った可能性も考えられる。しかしながら飼料の安定確保の面から、生餌より配合飼料を用いる方が望ましいことから、水温と配合飼料の消化性との関係が今後検討すべき課題である。

次に各区の飼育終了時の魚体性状を比較すると、体重および尾叉長には大きな違いがみられなかったが、肥満度は 3 区が高かった。さらに筋肉中の脂質含量も 3 区が最も高く、これらは 3 区が他区と比べていわゆる“油太り”となっていたことを示している。

前報⁵⁾では、官能検査において筋肉中脂質が少なかった試験区の嗜好性が高かった。そのためかマサバ養殖現場では過剰な筋肉中脂質を落とすために、数週間餌止めて出荷する生産者もいる。したがって、出荷魚の適正

脂質量についても今後検討が必要と思われる。

ところでマサバ養殖漁家からの聞き取り調査によると、春期になると摂餌量が減少してほとんど成長しなくなるという情報があり、その原因として養殖漁家は成熟の影響を疑っている。前報⁵⁾では、配合飼料よりも生餌を用いた方が成熟が進行し、このことが生餌区の飼育後期の成長悪化の原因となった可能性が示唆された。さらに生餌給餌の方が成熟を進行させた原因の 1 つとして、飼料の C/P 比の違いが推察された。

本報では雄は飼料の C/P 比が高いほど GSI が高くなる傾向がみられたが、雌は C/P 比が最も高い飼料を給餌した 3 区の GSI が 1 区に対して有意に低かった。したがって本報においても飼料の C/P 比の違いがマサバの成熟に影響を与える可能性が示唆された。ただし本報で供試飼料に添加したフィードオイルの中には単なる脂質だけではなく、ビタミン E などの他の栄養素も存在するために、供試飼料の C/P 比の違いだけが成熟の進行に影響を与えたとは判断できない。

飼料組成が魚の成熟に及ぼす影響については、マサバのみならず他の魚種でもその知見はわずかである。アコ *Plecoglossus altivelis* では飼料へビタミン E を添加しても GSI に違いはみられず、¹⁹⁾ 脂質を添加した場合は脂質無添加飼料よりも雄の GSI が有意に低くなることが知られている。²⁰⁾ またマダイ *Pagrus major* では飼料に脂質を添加した場合、雄の GSI は各試験区間で大きく異なるが、雌の GSI には大きな影響を与えないことが知られている。²¹⁾ これらの報告は本報の結果とは異なるが、魚種間の栄養生理の差によるものと思われる。ただし本報では他の試験区よりも 3 区の肝臓の脂質含量が高かったため、脂肪肝によって生理的に不健全な状態となり、雌では成熟が進行しなかった可能性も考えられる。このようなことから成長に及ぼす成熟の影響や成熟に及ぼす飼料の影響について、今後さらなる検討が必要と思われる。

以上の検討結果をまとめると、各区間に成長差はほとんど認められず、飼料効率は 3 区がやや優れていたものの、養成魚の筋肉中脂質含量の高さが問題となる可能性があることや、脂肪肝によって生理的に不健全な状態となっていた可能性があることを考慮すると、低水温期のマサバ当歳魚には C/P 比が低い飼料を用いることが無難と思われる。

摘要

- 1) C/P 比が 69.3, 75.3 および 81.3 の供試飼料を用いて、低水温期にマサバ当歳魚を飼育した。
- 2) 各区間に成長差はほとんどみられなかったが、飼料効率は C/P 比 81.3 がやや優れていた。
- 3) 肥満度は C/P 比 81.3 が最も高く、筋肉および肝臓の脂

質含量も高かった。

- 4)雄では飼料の C/P 比が高くなるほど GSI が高くなる傾向がみられたが、雌の GSI は C/P 比 69.3 に対して C/P 比 81.3 が有意に低かった。

文献

- 1)石井光廣, 清水利厚. 房総沿岸に出現したサバ属幼魚. 千葉水試研報 1991; **49**: 13-16.
- 2)長沢和也. 「魚介類に寄生する生物」成山堂, 東京. 2001 ; 171-173.
- 3)江越正信. マサバの種苗生産と養殖の現状. 「アクアネット」湊文社, 東京. 2002 ; **5**(10) : 36-37.
- 4)朝井隆元, 佐藤公一. かん水養殖に関する指導研究事業, マサバ人工種苗養殖試験. 平成 14 年度大分県海洋水産研究センター事業報告 ; 111-114.
- 5)朝井隆元. 低水温期のマサバ当歳魚の成長に及ぼす飼料の影響. 大分海水研調研報 2004 ; **5** : 19-22.
- 6)竹田正彦, 示野貞夫, 細川秀毅, 梶山秀俊, 会所建志. ハマチの成長, 飼料効率および体成分に及ぼす飼料のカロリー・蛋白質比の影響. 日水誌 1975 ; **41**(4) : 443-447.
- 7)坂本浩志, 渡辺 武, 竹内俊郎. プリ用新型軟質固形飼料(ソフトドライペレット)のタンパク質および脂質の適正含量. 水産増殖 1995 ; **43**(3) : 345-351.
- 8)真田康広, 福田 穰, 家長和敏, 中野伸保. かん水養殖に関する指導研究事業, ヒラマサ 1 才魚飼料の適正脂質含量に関する検討. 平成 7 年度大分県水産試験場事業報告 ; 67-73.
- 9)佐藤公一, 舞田正志. シマアジの成長, 飼料効率および体成分に及ぼす飼料のカロリー・タンパク質比の影響. 大分県水試調研報 1996 ; **16** : 19-26.
- 10)Kikuchi K, H Sugita, T Watanabe. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of japanese flounder. *Suisanzoushoku*2000 ; **48**(3) : 537-543.
- 11)朝井隆元, 佐藤公一, 舞田正志. ホシガレイ当歳魚の飼育成績と魚病発生時の生残率に及ぼす飼料のカロリー・タンパク質比の影響. 大分海水研調研報 2003 ; **4** : 9-12.
- 12)朝井隆元, 山本義博: かん水養殖に関する指導研究事業, 高水温期のマサバ当歳魚の飼育成績に及ぼす飼料のカロリー・タンパク質比の影響. 平成 15 年度大分県海洋水産研究センター事業報告.
- 13)佐藤公一. 増肉係数と C/P 比. 「アクアネット」湊文社, 東京. 2002 ; **5**(7) : 34-36.
- 14)木本圭輔, 佐藤公一. モイストペレット, エクストルーダー飼料および生餌を給餌したホシガレイの成長. 大分海水研調研報 2003 ; **4** : 1-8.
- 15)小原哲二郎. 「改訂食品分析ハンドブック」建帛社, 東京. 1982 : 21-260.
- 16)内海訓弘, 岡本久美子, 東馬場 大, 尾上静正, 平嶋 裕. 栽培漁業推進技術開発事業. 平成 15 年度大分県海洋水産研究センター事業報告.
- 17)佐藤公一. 養殖ブリ 0 才魚におけるエクストルーダー処理固形配合飼料の実用性. 大分県水試調研報 1996 ; **16** : 10-18.
- 18)佐藤公一. 低水温期のブリ当歳魚におけるエクストルーダー処理固形配合飼料と生餌主体飼料の成長, 飼料効率および栄養素蓄積率. 大分海水研調研報 2001 ; **3** : 9-12.
- 19)竹内昌昭, 石井清之助, 小木曾卓郎. 飼料のビタミン E 含量がアユのビタミン E 蓄積産卵および卵質におよぼす影響. 東海水研報 1981 ; **104** : 111-122.
- 20)新間弥一郎, 新間脩子, 池田和夫. アユにおける SCP 配合飼料への添加油の効果と飼育魚の脂質. 養殖研報 1980 ; **1** : 47-60.
- 21)Watanabe T, S Ohhashi, A Itoh, C Kitajima S Fujita. Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red sea bream broodstock and eggs produced. *Bull. japan. Soc. Sci. Fish.*1984 ; **50**(3) : 503-515.