

水温上昇期におけるブリ1歳魚へのエクストルーダー飼料の適正給餌法

山本義博*

Feeding Regimes for Yearling Yellowtail on Extruded Diets during Spring to Summer Season.

Yoshihiro YAMAMOTO

ブリ養殖におけるエクストルーダーペレット (EP) の活用は、作業能率の向上や漁場環境への負荷軽減、飼料品質の安定など大きな利点がある¹⁾。しかし、本県のブリ養殖現場では従来の生餌やモイストペレット (MP) に比較して成長や飼料効率が劣るといった評価もあり、出荷まで EP を給餌する生産者は現在のところ少数に限られている。従って、EP 給与時のブリの飼育成績を改善するためには、従来の MP とは異なる EP 独自の給餌方法、すなわち適正な給餌頻度や給餌量などを明らかにしていく必要がある。

既に、ブリ用 EP の給餌方法についていくつかの報告がなされている。当歳魚では、水温下降期は2日に1回、越冬期には週3回程度の給餌頻度の方が、毎日給餌よりも優れた飼料効率が得られることが報告されている²⁻⁶⁾。また、成魚への EP 給餌では、高水温期には毎日給餌が、低水温期には毎日給餌よりも週2回給餌の方が、総摂餌量が多くなり成長や飼料効率も優れていたという興味ある報告もある⁷⁾。

今回は、飼料のエネルギー量や給餌頻度が異なる条件で4月から7月までブリ1歳魚の飼育試験を行い、それらの飼育成績から、水温上昇期における EP の適正な給餌方法を検討した。

材料と方法

供試飼料 表1は、試験に用いた飼料の一般成分を示したものである。粗脂肪量が23%の中脂および27%の高脂飼料のいずれも2軸大型エクストルーダーで作製された市販のブリ用 EP (Y社製：魚粉量約50%)である。既報⁸⁾の可消化エネルギー (DE) 係数から算出した飼料のカロリー当量は中脂で4096 kcal/kg、高脂で4366 kcal/kg、カロリー・タンパク質比 (C/P 比) は同様に102および109であった。

飼育方法 表2は、各試験区の飼育条件を示したものである。

表1. 供試飼料の一般成分

一般成分 (%)	中脂飼料	高脂飼料
	水分	6.8
粗タンパク質	40.1	40.0
粗脂肪	22.5	27.2
粗糖質	17.6	13.9
粗灰分	10.1	9.4
可消化エネルギー ^{*1}	4096	4366
C/P比 ^{*2}	102	109

*1 kcal/kg.

*2 カロリー・タンパク質比.

表2. 飼育条件

試験区:	飼料 給餌頻度	中脂				高脂	
		1回/4日	1回/3日	1回/2日	6回/週	1回/2日	6回/週
開始時平均魚体重 (g)		1040 ~ 1059					
収容尾数 (尾/生簀)		100					
飼育期間		2004年4月19日 ~ 7月12日					
飼育日数 (日)		85					
給餌日数 (日)		20	28	40	67	40	67
水温 ()		16.3 ~ 25.0					
平均水温 ()		19.8					

*養殖環境担当

大分県佐伯市上浦地先の海面小割生簀(3×3×3m)6面に平均体重1040～1059gのブリ1歳魚を100尾ずつ収容し、中脂飼料を4日に1回(中脂-1回/4日)、3日に1回(中脂-1回/3日)、2日に1回(中脂-1回/2日)、週6回(中脂-6回/週)および高脂飼料を2日に1回(高脂-1回/2日)、週6回(高脂-6回/週)の頻度で給餌する区を設定した。飼育期間は2004年4月19日から7月12日までの85日間とし、給餌は午前中手まきにより飽食するまで行った。給餌時には1.5m層の水温を測定した。

測定および分析 飼育期間中、約3～6週間毎に各区の総魚体重を測定し、それぞれの成長を追跡した。各区の飼育開始時と終了時の総重量から増重率および日間増重率を、総給餌量と増重量から日間給餌率および飼料効率を算出した。また、飼育開始時と終了時に各区から5尾ずつ取り上げ全魚体の一般成分を分析し、下式により各区のタンパク質およびエネルギー蓄積率、単位生産量あたりの窒素(N)負荷量を算出した。

$$\begin{aligned} & \text{タンパク質(エネルギー)蓄積率} \\ &= \frac{\text{蓄積タンパク質(エネルギー)量}}{\text{摂取タンパク質(エネルギー)量}} \\ \text{N 負荷量} \\ &= \frac{(\text{体タンパク質量} \div \text{タンパク質蓄積率} - \text{体タンパク質量})}{(\text{窒素} - \text{タンパク質換算係数})} \end{aligned}$$

分析は5尾を一括混合して行い、得られた分析値から総エネルギー値(粗タンパク質; 5.65 kcal/g, 粗脂肪; 9.40kcal/g)⁸⁾を用いて体エネルギー量を算出した。

統計検定 各測定値について、Duncan⁹⁾の多重比較解析により有意差の検定を行った。

結果

飼育成績 図1は各区の平均体重の推移を示したものである。飼育期間中の水温は、飼育開始時の16.3から終了時の25.0まで徐々に上昇した。飼育期間中の平均水温は19.8であった。図1に示すように、2日に1回以上の給餌頻度区の成長は飼育期間中を通して他の2区より優れていた。これら4区の間で、成長の差はほとんど認められなかった。また、3日に1回の給餌頻度区の成長が4日に1回区よりも優れていた。

表3は飼育成績を示したものである。飼育期間中の死亡は中脂-1回/4日および高脂-6回/週区において各1尾だけで、各区とも生残率は99%以上であった。増重率および日間増重率は、2日に1回以上の給餌頻度区がそれぞれ62-63%および0.55-0.56%/日であったのに対し

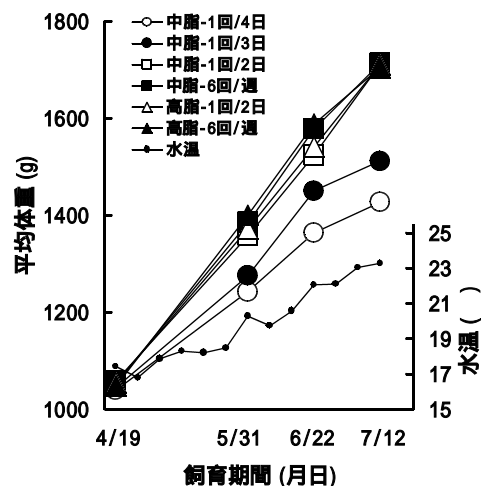


図1. 飼育期間中の平均体重の推移。

表3. 飼育成績

試験区:	飼料	中脂				高脂	
	給餌頻度	1回/4日	1回/3日	1回/2日	6回/週	1回/2日	6回/週
平均体重 (g)							
開始時		1040	1045	1059	1054	1055	1048
終了時		1426	1512	1711	1713	1711	1705
増重率 (%)		37.2	44.7	61.6	62.5	62.2	62.7
日間増重率 (%/日)		0.37	0.43	0.55	0.56	0.56	0.56
日間給餌率 ^{*1} (%/日)		0.79	0.97	0.98	1.10	0.95	1.06
日間I値 [*] -摂取率 ^{*2}		34.8	42.7	43.0	48.2	44.2	49.4
飼料効率 ^{*1} (%)		46.3	44.2	56.7	51.1	59.1	52.9
タンパク質効率		1.08	1.03	1.32	1.19	1.38	1.23
I値 [*] -効率 (%)		10.5	10.1	12.9	11.6	12.6	11.3
飼育日数 (日)		85	85	85	85	85	85
給餌日数 (日)		20	28	40	67	40	67
給餌頻度 (回/週)		1.6	2.3	3.3	5.5	3.3	5.5
生残率 (%)		99.0	100	100	100	100	99.0

^{*1} 乾物換算値。

^{*2} 可消化I値^{*} - (kcal/kg・BW/日)。

ブリ1歳魚の適正給餌法

表4. 飼育終了時の魚体性状

試験区:	飼料 給餌頻度	中脂				高脂	
		1回/4日	1回/3日	1回/2日	6回/週	1回/2日	6回/週
	魚体性状 ^{*1}						
体重	(g)	1310 ± 153 ^{b*2}	1307 ± 71 ^b	1540 ± 69 ^a	1580 ± 137 ^a	1535 ± 165 ^a	1580 ± 174 ^a
尾叉長	(cm)	44.6 ± 1.7 ^b	44.3 ± 1.8 ^b	45.8 ± 0.8 ^a	46.5 ± 1.3 ^a	45.9 ± 1.1 ^a	46.3 ± 1.7 ^a
肥満度		14.7 ± 0.4 ^b	15.1 ± 1.3 ^{ab}	16.0 ± 0.3 ^a	15.7 ± 0.8 ^a	15.9 ± 0.9 ^a	15.9 ± 0.6 ^a
比肝重値	(%)	0.70 ± 0.12 ^b	0.88 ± 0.09 ^a	0.90 ± 0.05 ^a	0.90 ± 0.10 ^a	0.89 ± 0.24 ^a	0.87 ± 0.13 ^a

^{*1} 平均 ± 標準偏差 (n=6).

^{*2} 異記号間で有意の差(p<0.05)があることを示す.

表5. 各試験区における養成魚の全魚体一般成分, 栄養素蓄積率およびN負荷量

試験区:	一般成分 (%)				エネルギー ^{*1} (kcal/kg)	栄養素蓄積率 (%)		N負荷量 ^{*2} (Ng/kg)
	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分		タンパク質	エネルギー	
	開始時							
	67.3	17.9	12.2	2.7	2154			
	終了時							
中脂-1回/4日	70.0	19.8	6.9	2.4	1805	20.3	20.9	118
中脂-1回/3日	68.7	19.4	8.7	2.8	1928	19.2	20.5	125
中脂-1回/2日	67.1	19.2	10.2	3.0	2065	24.5	27.2	92
中脂-6回/週	67.6	19.2	9.9	2.7	2040	22.0	24.4	105
高脂-1回/2日	66.1	18.3	11.3	2.9	2152	24.9	27.2	87
高脂-6回/週	65.6	19.4	12.2	2.6	2251	22.9	24.9	100

^{*1} 粗エネルギー

^{*2} 1kg増重当りN負荷量(g)

て, 4日に1回および3日に1回区は37-45%および0.37-0.43%/日と劣った。日間給餌率(乾物換算値)は, 中脂-6回/週区が1.10%/日と最も高く, 次いで高脂-6回/週区が1.06%/日と, 週6回給餌区が他区より高かった。また, 3日に1回および2日に1回の給餌頻度区においても0.95-0.98%/日と週6回給餌区と大差ない給餌率となったが, 4日に1回の区の給餌率は0.79%/日で他区より低かった。飼料効率(乾物換算値)は, 高脂-1回/2日区が59.1%と最も優れ, 次いで中脂-1回/2日(56.7%/日)と, 2日に1回の給餌頻度区が高かった。また, 中脂の1回/4日区および1回/3日区の飼料効率は, 他区より低い45%前後となった。

魚体測定 表4は飼育終了時の養成魚の魚体性状を示したものである。体重と尾叉長および肥満度は, 2日に1回以上の給餌頻度区が4日に1回および3日に1回区に対し有意(p<0.05)に高かった。また, 比肝重値は中脂-1回/4日区が他区に対し有意(p<0.05)に低かった。

魚体分析および栄養素蓄積率およびN負荷量 表5は飼育終了時の全魚体の一般成分, 栄養素蓄積率およびN負荷量を示したものである。

給餌頻度の低い中脂-1回/4日区と中脂-1回/3日区の粗脂肪量は, それぞれ6.9と8.7%と他区より低かった。

また 高脂飼料給餌区の粗脂肪量は中脂飼料区より高く, それに伴いエネルギー量も大きかった。タンパク質およびエネルギー蓄積率は, 高脂-1回/2日区が24.9と27.2%で最も優れた。また, 環境へのN負荷量も同区が87g/kgと最も小さかった。

考 察

今回, 水温上昇期においてEPの粗脂肪量や給餌頻度の異なる条件でブリ1歳魚の飼育試験を行い, 飼育成績を比較した。

図2は得られた飼育成績から, 日間増重率, 飼料効率, 日間給餌率, およびN負荷量について, それぞれ中脂-1回/4日区の成績を100として粗脂肪量や給餌頻度の異なる区の相対値をまとめたものである。日間増重率を比較すると, 中脂飼料の場合4日に1回および3日に1回の給餌頻度区は, 2日に1回以上の区に対して劣っていた。これら2区は飼育終了時の平均体重も劣った(図1)ことから, 水温上昇期においては3日に1回以下の給餌頻度では, 充分量の給餌ができなかったと推察された。なお, 2日に1回以上の給餌頻度区では日間増重率がほぼ等しかった。

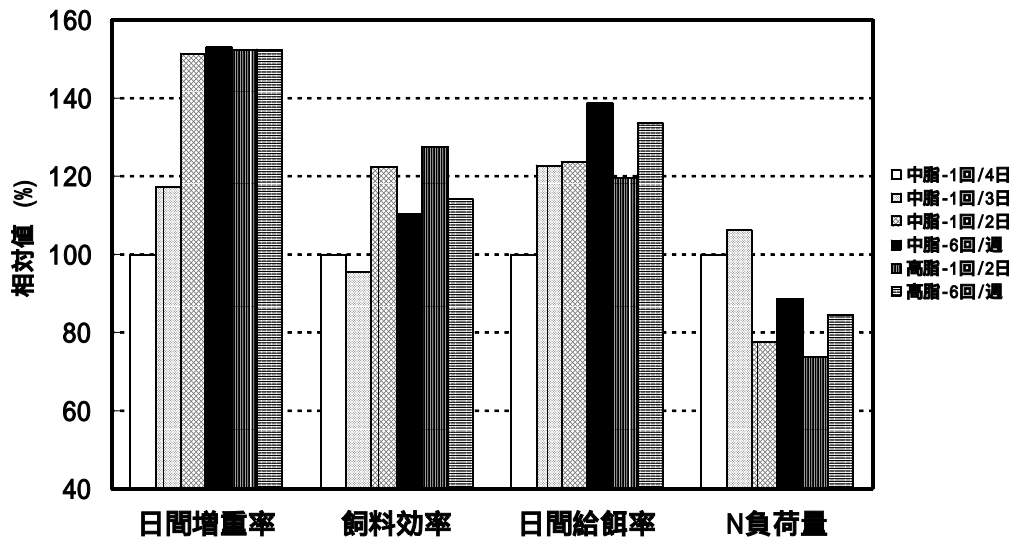


図2. 昇温期におけるブリ成魚の飼育成績およびN負荷に及ぼすEPの脂質量および給餌頻度の影響.
中脂-1回/4日を100としたときの各試験区の相対値を示した。

優れた成長が得られた2日に1回以上の給餌頻度区の間における飼育成績を比較すると、飼料粗脂肪量にかかわらず2日に1回の給餌頻度区の方が週6回区より飼料効率がよく、日間給餌率とN負荷量が低かった。また、同じ給餌頻度の場合、中脂飼料と比較して高脂飼料の飼料効率がよく、日間給餌率とN負荷量が低い傾向がみられた。これらのことから、週6回給餌しなくても2日に1回の給餌で優れた成長と飼料効率が得られること、高脂飼料を用いると飼料効率が高くなり、給餌量を節減できることが明らかとなった。

以上のことから、週6回区では給餌した飼料の一部が未消化のまま排泄されたことにより、飼料効率が低下したと推察された。Murashitaら¹⁰⁾は高水温期において摂餌後のブリ幽門垂におけるトリプシンの再貯蔵時間を検討し、最大限の貯蔵には48時間程度の間隔が必要であることを報告していることから、週6回給餌区においては、トリプシン等の消化酵素が十分に分泌されない状態で給餌することによって、消化吸収率が低下した可能性があると考えられた。

養殖生産による環境への負荷量の指標であるN負荷量を比較すると、成長が優れ給餌量の少ない高脂-1回/2日区の値が最も低く、中脂-6回/週区に対し15%以上も負荷量を低減できることが明らかになった。

本報の結果から、水温上昇期においてブリ1歳魚に中脂EPを給餌する場合、2日に1回が適正な給餌頻度であると考えられた。また、2日に1回以上の給餌頻度では高脂EPの使用で給餌量の節減ができることが示唆さ

れたが、今後は、給餌頻度をさらに低くした場合に同様の効果が得られるかについても検討する必要がある。今後、高水温期や水温下降期におけるEPの適正給餌方法について検討を加え、ブリ養殖現場の給餌体系が完全に配合飼料化できるよう努めたい。

摘 要

- 1) 水温上昇期においてエクストルーダー飼料(EP)の粗脂肪量や給餌頻度の異なる条件でブリ1歳魚の飼育試験を行い、飼育成績を比較した。その結果、高脂飼料を2日に1回給餌する試験区が最も良好な成績を示した。
- 2) 適切な給餌方法により、環境への窒素負荷量が15%以上低減できるものと考えられた。
- 3) 今後、高水温期や水温下降期におけるブリ1歳魚用EPの適正な給餌頻度や給餌量などを明らかにしていく必要がある。

文 献

- 1) Watanabe T, Sakamoto H, Abiru M, Yamashita J. Development of a new type of dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1991; 57(5): 891-897.
- 2) 佐藤公一. 水温下降期におけるブリ用EPの適正給餌法, エクストルーダ処理固形配合飼料の実用性.

ブリ1歳魚の適正給餌法

- 水産増殖 2003 ; **51**(4) : 435-441 .
- 3) Watanabe K , Aoki H , Hara Y , Ikeda Y , Yamagata Y , V. Kiron , Satoh S , Watanabe T . Energy and protein requirement of yellowtail: a winter-based assessment at the optimum feeding frequency . *Fisheries Sci* . 1998 ; **64**(5) : 744 -752 .
 - 4) Watanabe K , Aoki H , Sanada Y , Hidaka E , Kimura H , Yamagata Y , V. Kiron , Satoh S , Watanabe T . A winter-based assessment on energy and protein requirements of yellowtail at the optimum feeding frequency . *Fisheries Sci* . 1999 ; **65**(4) : 537-546 .
 - 5) Watanabe K , Aoki H , Yamagata Y , V. Kiron , Satoh S , Watanabe T . Energy and protein requirements of yellowtail during winter season . *Fisheries Sci* . 2000 ; **66**(3) : 521-527 .
 - 6) Watanabe K , Kuriyama I , Satoh K , V. Kiron , Satoh S , Watanabe T . Further clarification of winter energy and protein requirements at the optimum feeding frequency for yellowtail . *Fisheries Sci* . 2001 ; **67**(1), 90-103 .
 - 7) 原 洋一 , 矢田武義 . EP 飼料の給餌間隔とブリ 1 歳魚の成長 . 長崎水試研報 1997 ; **23** : 23-25
 - 8) 竹田正彦 , 示野貞夫 , 細川秀毅 , 梶山英俊 . 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 .
 - 9) 石井 進 . 生物統計学入門 . 培風館 , 東京 , 1989 ; 290 .
 - 10) Murashita K , Kubota S , P.Y.M. Kofuji, Hosokawa H , Masumoto T . Trypsin restoration time in the pyloric ceca of yellowtail *Seriola quinqueradiata* . *Fisheries Sci* . 2005 ; **71**(6) : 1274-1279 .

