

# 高水温期のカンパチ当歳魚におけるエクストルーダ処理 固形配合飼料と生餌主体餌料の成長および飼料効率

佐藤 公一

Comparisons of Extruded Pellet and Mainly-raw-fish Moist Pellet on the Growth and Feed Efficiency of Young Amberjack in High Temperature Period.

Koh-ichi Satoh

マイワシ漁獲量の急減により、生餌コストが高騰している。1990年代初頭に開発されたエクストルーダ処理固形配合飼料(EP)<sup>1)</sup>は、海産魚養殖漁業においてこれまでの生餌主体の給餌体系から脱却できる可能性を秘めた新しい飼料として、業界関係者らの試行錯誤により徐々に普及しつつある。

現在の本県におけるEPの使用実態をみると、マダイはより安価なスチームドライペレットの使用率が高くEPの普及はあまりみられないが、シマアジでは稚魚期から出荷までの間ほぼ100%使用されるまで普及している。ヒラメでは稚魚から体重100gサイズ程度までの間の使用率は高いものの、以降はモイストペレットで養成される場合が多い。またブリではモジャコ期(5月から10月まで)は7-8割の生産者が使用しているが、以降はほとんどの生産者が生餌主体餌料に切り替えている。海産魚養殖の現場でEPは、生産者らの経験から魚種や生産期により使い分けられているよう

である。現在、著者らはブリ養殖におけるEPのさらなる普及を目指して、各生産期におけるEPの飼育成績の特徴<sup>2-4)</sup>や、消化性<sup>5)</sup>、給餌方法<sup>6,7)</sup>、質的な改良<sup>8)</sup>について検討しているところである。

カンパチの養殖は1960年代に研究が開始され<sup>9)</sup>、本県でも既に1970年代から一部の地域でカンパチ養殖が営まれていた<sup>10)</sup>。当時は種苗をモジャコ漁で混獲されるものに頼っており、その養殖量は少なかったが、1990年代に入り中国海南島から輸入種苗の供給体制が整い、養殖量が急速に増加してきている。現在、本県では県南の蒲江・名護屋漁協を中心に3,4のカンパチ養殖専業経営体、10数戸の兼業経営体があり、その数は年々増加傾向にある。

カンパチ生産者におけるEPの評価は芳しくなく、養殖現場でEPはほとんど使用されていない。生餌コストが増大している現在も、カンパチでは稚魚期から出荷までもっぱら生餌主体餌料が用いられており、カ

表1. 試験飼料の飼料組成および一般成分

Diet:	EP	8:2MP
飼料組成 (%)		
魚粉	65.7	
オキアミミール	5.4	
フィードオイル	10.8	
その他	18.1	
イカナゴ		80
市販ハマチ用マッシュ		20
総合ビタミン剤		0.5
一般成分 (%)		
水分	9.6	59.8
粗タンパク質	49.6 (54.9) <sup>*1</sup>	22.4 (55.8)
粗脂肪	18.9 (20.9)	9.5 (23.6)
炭水化物	11.0 (12.2)	4.2 (10.3)
灰分	10.9 (12.1)	4.1 (10.3)
可消化エネルギー <sup>*2</sup>	4052	1883
C/比 <sup>*3</sup>	81.7	84.0

<sup>\*1</sup> 乾物換算値<sup>\*2</sup> kcal/kg<sup>\*3</sup> カロリー・タンパク質比 (kcal/kg/粗タンパク質%)

カンパチ養殖においても配合飼料をより多く用いた給餌体系への転換が必要と思われる。批判的意見の多いEPについて、カンパチの各生産期におけるEPと生餌主体飼料との飼料性能の差を明確にすることは重要なことであるし、飼料に差があるのなら、その問題点を抽出、改良に努める必要がある。

そこで、カンパチ飼育におけるEPの飼料性能について、類縁のプリで優れた成績の得られる当歳魚の高水温期にEPを給餌して飼育を行い、成長や飼料効率について生餌主体飼料の成績と比較した。

### 材料と方法

**飼料** 試験飼料の飼料組成および一般成分を表1に示す。試験田は、嗜好性を高める目的でオキアミミールを5.4%配合し、2軸大型エクストルーダで作製したものをを用いた。対照の生餌主体飼料は、生餌源にイカナゴ80%に対し市販のハマチ用マッシュを20%を混合して造粒した、いわゆる8:2のモイストペレット(8:2MP)とした。

飼料の一般成分を常法<sup>8)</sup>により分析し、可消化エネルギー量とカロリー・タンパク質比(C/R比)を既報<sup>11)</sup>に準じ、粗タンパク質を4.5kcal/g、粗脂肪を8.0kcal/g、粗糖質を2.8kcal/gとして算出した。両飼料の一般成分は、水分量が大きく異なりそれに伴い両飼料のエネルギー量は異なったが、一般成分の乾物換算値は類似していたのでC/R比はほぼ一致した(表1)。

**飼育方法** 県下のモジャコ漁で漁獲されプリ用の市販EPで養成していたカンパチ(*Seriola dumeril*)当歳魚のストック魚群から、1999年7月19日に当センター沖の海面小割生簀(3x3x3m)に200尾を收容しEP区の飼育試験を開始した。飼育開始時の平均体重は134gであった。残ったストック魚群に8:2MPを2週間給餌し馴致した後、8月4日に並設の同生簀に159尾を收容して8:2MP区の飼育試験を開始した。8:2MP区の飼育開始時の平均体重は120gで、EP区よりやや小さかった。両区とも飼育は10月20日まで(飼育日数:EP区=94日間、8:2MP区=78日間)行った。給餌は週に6日間を基本とし、1日1回午前中に飽食量を与えた。網替えは10日間から2週間に1度実施し、併せてハダ虫駆除を目的に淡水浴を施した。試験期間中、必要に応じて水産用薬剤をEPには吸着、8:2MPには混練りして給与し、斃死魚は全て取り上げ尾数と体重を測定した。飼育期間中の水温(水深1.5m層)は22.0-26.1(平均24.7)であった。

**飼育成績** 飼育期間中、約2週間-1ヶ月毎に各区の飼育魚を全数取り上げ平均体重の推移を記録した。飼育終了時の増重量と総給餌量から日間増重率、日間

給餌率、飼料効率およびタンパク質効率を算出した。

**魚体測定** 飼育終了時に各区から6尾ずつ取り上げ、心臓穿刺により採血し血液性状の測定に供した。血液性状はヘマトクリット値(Ht)を遠心法(10000rpm・5分間)、赤血球数(RBC)およびヘモグロビン量(Hb)を自動血球計数装置(Symex F-520)により測定した。併せて、体重、尾叉長および肝臓重量を測定し、肥満度および比肝重値を求めた。

**統計検定** 魚体測定値および血液性状値に関してDuncanの比較解析<sup>12)</sup>により統計学的有意差の検定を行った。

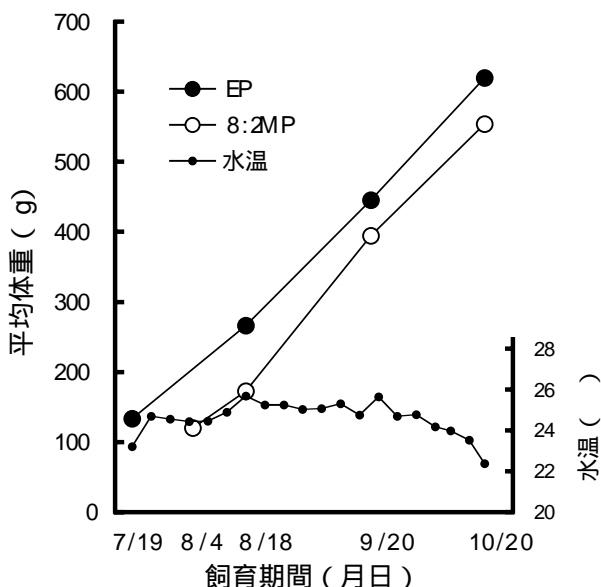


図1. EPおよび生餌主体飼料給餌におけるカンパチの成長

表2. EPおよび生餌主体飼料給餌におけるカンパチの飼育成績

	EP	8:2MP
平均体重		
EP開始時 (7/19)	134	
8:2MP開始時 (8/4)		120
終了時 (10/20)	620	554
増重率 (%)	364	360
日間増重率 (%/日)	1.33	1.62
日間給餌率* (%/日)	1.73	2.40
給餌日給餌率* (%/日)	2.09	2.97
飼料効率* (%)	76.5	67.4
タンパク質効率	1.40	1.21
飼育日数 (日)	94	78
給餌日数 (日)	78	63
生残率 (%)	85.5	94.3

\* 乾物換算値

## 結果および考察

飼育成績 飼育期間中の平均体重の推移を図1に示す。8:2MP区は試験の開始がEP区より遅く、かつ開始時の平均体重がやや小さかったが、飼育を進めるにつれて両区の体重差は少なくなる傾向がみられた。通常、魚体サイズの異なる魚群を同一条件で飼育した場合、飼育を進めるにつれて体重差が開いていくことがよく観察される。これは、両群の増重率が等しいとき、ベースとなる開始時の体重に差があると大きなサイズほど増重量が大きくなるためである。今回、通常とは逆に両区の体重差が縮まる傾向が見られたことは、8:2MPの成長がEPより優れていることを示唆している。

飼育成績を表2に示す。8:2MP区の飼育期間が16日間少なかったにも係わらず両区の増重率はほぼ等しかった。従って、日間増重率は、EP区が1.33%/日であったのに対し8:2MP区は1.62%/日と明らかに高く、先の推察のとおりEP区の成長は8:2MP区に比較して劣っていた。飼料効率面では成長とは逆に、飼料効率(乾物換算値)やタンパク質効率は、8:2MP区と比較してEP区の方がやや優れていた。摂餌量を表す日間給餌量や給餌日給餌量に著しい違いが認められ、明らかに8:2MP区が高かった。

EP区の生残率が8:2MPと比べやや低かった(表2)。飼育期間中にいくつかの魚病発生がみられたが、両区の斃死状況に異なりがあったためである。飼育期間中の魚病発生と両区の生残率の推移を図2に示す。

飼育初期に類結節症の発症があり、斃死発生日から5日間両区に水産用アンピシリンを投与したが、いくらかの斃死が両区で見られた。両区の斃死率は、魚体サイズがやや小さかったためか、8:2MP区の方がやや高かった。飼育中期にEP区にのみ肝臓の腫大および点状出血、腹水の僅かな貯留、脾臓の萎縮を伴う斃死が発生した。検査したところ血漿の黄色化が著しく、黄疸菌は確認できず体色黄化も観察されなかったが、細菌性溶血性黄疸を疑い水産用OTCをEP区にのみ5日間投与した。その結果、斃死はすみやかに終息した。飼育後期にはイリドウイルス症の発症があり、EP区では本症により200尾(開始時尾数)中11尾の斃死(斃死率:5.5%)があった。一方、8:2MP区にも本症の発症はあったものの、本症による斃死はわずか1尾で斃死率は0.6%にとどまった。以上のように、EP区は8:2MP区と比較して細菌性黄疸症やイリドウイルス症に対する抵抗性が劣っているように観察された。

魚体性状および血液性状 飼育終了時の両区養成魚の魚体性状は、体重、尾叉長、肥満度に有意の差は認められなかったが、比肝重値は有意( $p < 0.01$ )にEP区が高かった(表3)。舞田(東京水産大学助教授)は、これまでの経験でMPとEPで飼育した場合田給餌区の比肝重値が高くなる傾向がある、と述べている\*。比肝重値は、一般的にあまりに高いと不健全な状態、あまりに低いと栄養不全が推察されるが、その正常範囲や基準値については提唱されていない。血液性状の検査では、EP区のHが有意( $p < 0.01$ )に低かった。飼育終了の間際までイリドウイルス症が流行していたので、被害の大きかったEP区でその影響が残っていた可能性もある。今回の測定から、その詳細を知るまでには至らなかったが、EPと8:2MP養成魚の生理状態にやや違いがあるよう思われた。

このことに関連して、飼育期間中ハダ虫駆除のため定期的に淡水浴を施したが、並設した生簀であるにも係わらず、ハダ虫の寄生は常にEP区の方が多いよう観察された。また作業中の観察で体表の粘液分泌に関連した「ぬめり」がEP区の方が少ないようにも感じられた。関連を明らかにするには多くの検証が必要であるが、図2の飼育試験中の両区の魚病発生状況の違いに、これらの生理状態の違いが反映しているように思われる。

先に著者は、ブリ当歳魚について、今回と同期の7月から10月までの高水温期にEPと8:2MPの比較試験を行った<sup>2)</sup>。今回のカンパチとそのブリの成績から、両魚種の同期におけるEPの飼料性能について生餌主体餌料を対照に比較した。解析には、成長の指標である日間増重率、飼料効率、および摂餌量の指標である日間給餌率を用い、いずれも8:2MPの成績値を100%としてEPの成績の相対値を算出した。

図3にその結果を示す。カンパチのEPの成績は、

表3. 飼育終了時養成魚の魚体および血液性状

		EP	8:2MP
魚体性状			
体重	(g)	668 ± 78	645 ± 76
尾叉長	(cm)	32.1 ± 0.9	32.0 ± 1.1
肥満度		20.2 ± 1.2	19.5 ± 0.8
比肝重値	(%)	1.53 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.18 ± 0.14 <sup>b</sup>
血液性状			
Ht	(%)	35.6 ± 4.5 <sup>a</sup>	41.8 ± 2.1 <sup>b</sup>
RBC	(× 10 <sup>4</sup> /ul)	359 ± 29	366 ± 11
Hb	(g/dl)	13.6 ± 1.3	14.6 ± 0.6

\* 平均 ± 標準偏差 (n=6). 異記号間でDuncanの比較解析により有意の差 ( $p < 0.01$ )があることを示す.

\* 私信

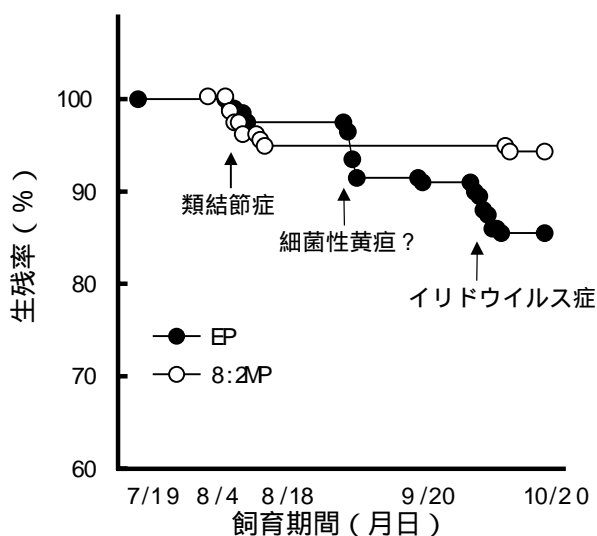


図2. 飼育期間中の魚病発生および生存率の推移

飼料効率は他よりやや優れる傾向がみられたが、日間増重率は8:2MPのみならずブリの同値と比較しても明らかに劣っていた。また、カンパチの日間給餌率が8:2MPやブリの同値と比較して明らかに低く、このことが日間増重率の低下に結びついていると思われる。ブリにおけるEP給餌の場合、水温の低下に伴うタンパク質消化性の低下および摂餌性の低下により成長の低下が観察される。ブリ類は生産期を通じて当歳魚の高水温期に最も摂餌活性が高いが、カンパチでは摂餌活

性の活発な当該期に既にEPに対する摂餌性が悪いことが特徴づけられる。当歳魚の高水温期に養殖現場でEPが、ブリでは多用されているのに対しカンパチではほとんど使用されていない理由として、EP給餌では摂餌性が悪くカンパチの成長が生餌主体飼料給餌に比較して劣ってしまうことが指摘された。

今回の試験EPにはオキアミミールを添加している。大半の魚類では、オキアミミールを添加することにより嗜好性が向上する。またマダイ等ではその添加により成長促進効果もあることが報告されている<sup>13)</sup>。著者らも低水温期のブリで、オキアミミールやオキアミエキスの添加により飼育成績が向上することをみている\*が、今回のカンパチではオキアミミールを添加したEPでもその摂餌性は生餌主体飼料に大きく劣っていた。オキアミミールは数ある摂餌促進物質の中でも最も添加効果のみられるものの一つと思われるが、今後カンパチ用EPの改善のために、その他の摂餌促進物質の添加効果についても検討する必要がある。その他に、飼料の物性や形状等からの摂餌性の向上を目指した検討も必要と思われる。また、飼育期間中の魚病発生の状況等から、EPの現場普及のためには飼育成績のみならず生理学的な面からも検討が必要と思われる。

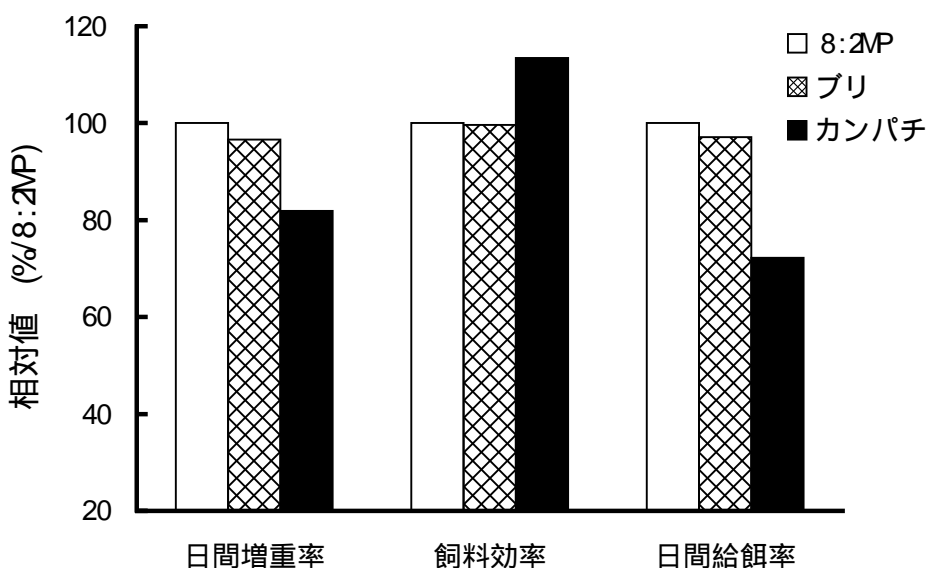


図3. 高水温期のブリおよびカンパチ当歳魚におけるEPの飼育成績

\* 大分県：平成11年度魚類養殖対策調査事業報告書(高品質配合飼料開発試験). pp131-150.

摘 要

- 1) カンパチ飼育におけるEPの飼料能力について、当歳魚の高水温期にEPを給餌して飼育を行い、成長や飼料効率について生餌主体餌料の成績と比較した。
- 2) 日間増重率は、EP区が1.33%/日であったのに対し8:2MP区は1.62%/日と明らかに高く、EP区の成長は8:2MP区に比較して劣っていた。
- 3) 飼料効率面では成長とは逆に、飼料効率(乾物換算値)やタンパク質効率は、8:2MP区と比較してEP区の方がやや優れていた。
- 4) 摂餌量を表す日間給餌量や給餌日給餌量に著しい違いが認められ、明らかに8:2MP区が高かった。
- 5) 以上のことから、カンパチにEP給餌した場合、生餌主体餌料給餌に比較して摂餌性が劣り、その結果成長も劣ってしまうことが指摘された。今後、カンパチ用EPには摂餌性の改善に向けた検討が必要と思われた。

文 献

- 1) T.Watanabe, H.Sakamoto, M.Abiru, and J.Yamashita: Development of a new type of dry pellet for yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 891- 897( 1991).
- 2) 佐藤公一: 養殖ブリ0才魚におけるエクストルーダ処理固形配合飼料の実用性. 大分県水試調研報, 16, 10 - 18 ( 1996).
- 3) 佐藤公一, 真田康広: ブリ1才魚におけるエクストルーダ処

- 理固形配合飼料および生餌の飼料特性. 大分県海水研調研報, 1, 7- 10( 1997).
- 4) 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処理固形配合飼料と生餌主体餌料の成長, 飼料効率, および栄養蓄積率. 大分県海水研調研報, 3, 9- 12( 2001).
  - 5) 佐藤公一, 日高悦久, 木本圭輔: ブリ若齢魚の配合飼料および生餌主体餌料のタンパク質消化率に及ぼす水温の影響. 日水誌, 66, 243- 248 ( 2000).
  - 6) 佐藤公一: 栄養要求を踏まえた給餌管理 - ブリ. 養殖, 37 (4), 58- 69( 2000).
  - 7) K.Watanabe, I.Kuriyama, K.Satoh, V.Kiron, S.Satoh, and T.Watanabe: Further clarification of winter energy and protein requirements at the optimum feeding frequency for yellowtail. Fisheries Sci., 67, 90- 103 (2001).
  - 8) 佐藤公一, 真田康広: 低水温期のブリにおける粉末飼料単独および生餌主体モイストペレットの成長, 飼料効率とタンパク質消化性. 水産増殖, 47, 283- 288 (1999).
  - 9) 原田輝雄: 養魚講座ハマチ・カンパチ. 緑書房, 東京, 1969, pp189- 201.
  - 10) 高野 傑, 鳥島嘉明, 山中鶴雄: 魚林 - 大分県魚類小割式養殖業の歴史. 大分県魚類小割式養殖業の歴史編纂発起人会, 大分, 1999, pp125- 127.
  - 11) 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, 41, 443- 447 ( 1975).
  - 12) 石井 進: 生物統計学入門. 培風館, 東京, 1989, pp290.
  - 13) I.Allahpichay and C.Shimizu: Supplemental effect of the whole body krill meal and the non-muscle krill meal of Euphausia superba in fish diet. Nippon Suisan Gakkaishi, 50, 815- 820( 1984).