

ヒラメ幼稚魚の栄養生理に関する二・三の知見

興石 裕一¹⁾・安永 義暢¹⁾

Some Aspects of Feeding Characteristics of Juvenile Plaice, *Paralichthys olivaceus*

YUICHI KOSHIISHI¹⁾ AND YOSHINOBU YASUNAGA¹⁾

Abstract

Juvenile plaice, *Paralichthys olivaceus*, were fed on the different amount of *Artemia salina* or artificial diet.

The maintenance ration was about 1% (dry/wet/day) for fish weighing 67.6mg when fed adult *A. salina*, and 0.35% for those weighing 16.4g when fed artificial diet. The maximum growth occurred when fed 5% or more ration of *A. salina* for 67.6mg fish and 1.96% ration of artificial diet for 16.4g fish. Juvenile plaice just developed into the benthic life stage expressed a remarkably high feed conversion, i.e. 2.97.

The feeding rate and growth rate decreased with growth. On the contrary feed conversion was not affected by size (8.8-88.2g).

I. 緒 言

近年ヒラメを養殖あるいは増殖対象魚種として取り上げる機関が増加している。本種は商品価値が高い点だけではなく、増肉係数が高く、低温下でも生長率が高い等、養殖魚種として有望であり、また砂浜域での増殖対象魚として一部で放流事業も行なわれている。しかしながら本種の種苗生産上、中間育成期に当たる着底から30mmあるいは50mmサイズまでの飼育方法が確立されておらず、この点が増・養殖技術開発上のネックとなつている。

今回着底稚魚期および幼魚期のヒラメを用い、制限食飼育試験およびサイズ別飼育試験を行ない、体重維持および最大生長に必要な摂餌率、飼料効率等に関して若干の知見を得たので報告する。

本文に入るに先立ちヒラメ受精卵を提供して頂いた新潟県栽培漁業センターの方々に厚く感謝の意を表す。また分析、印刷原図の作製に御協力頂いた柴田玲子技官、長沼典子技官に感謝する。

1) 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所
(Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Suido-cho, Niigata 951, Japan)

II. 材料および方法

供試魚には養成親魚の自然産卵による受精卵をふ化後シオミズツボワムシ、アルテミアノープリウスおよび配合飼料を餌料として飼育した人工種苗を用いた。ただし、制限食飼育試験（Ⅱ）については新潟市五十嵐浜地先で採集した天然幼魚を実験環境に十分順応させた後用いた。

餌料として制限食飼育試験（Ⅰ）ではアルテミア成体を、また制限食飼育試験（Ⅱ）およびサイズ別飼育試験では第1表に示した組成を持つ配合飼料を用いた。アルテミアはクロレラおよび乾燥スピルリナを餌料として成体まで培養して用いた。配合飼料はゼラチンにより固化させ、投餌に当たっては適当な大きさに切つて用いた。

第1表 試験飼料組成および一般分析値

Table 1. Composition and nutrient content of the test diets.

	Artificial diet	<i>Artemia salina</i>
White fish meal	65	
Gelatin	12	
Dextrin	7	
Cod liver oil	6	
Cellulose powder	5	
Mineral mixture ^{a)}	3.5	
Vitamin mixture ^{b)}	1.5	
Water	100	
Moisture (%)	53.6	89.9
Protein (N × 6.25, %)	27.9	6.63
Lipid (%)	5.89	1.15

a): U. S. P. XII, salt mixture no. 2 with trace minerals.

b): Composition is the same as given in the previous paper (KOSHITSHI et al., 1980).

制限食飼育試験では飽食量投餌区 (Lot 100)、飽食量の 1/2 量 (Lot 50)、1/4 量 (Lot 25)、1/10 量投餌区 (Lot 10) の 4 区を設けた。試験（Ⅰ）では摂餌時間を 10 時間/日とし、Lot 100 では水槽内に常に 50 尾以上のアルテミア成体が残存するように投餌し、摂餌尾数および重量を記録した。試験（Ⅱ）では 3 回/日の投餌を行ない、飽食区については動く餌に対して反応を示さなくなるまで投餌した。サイズ別飼育試験では 3 回/日の飽食量投餌を行なつた。

供試魚の体重は稚魚では 1 区ずつナイロン製ネットに取り水分を良く切つて測定し、また幼魚については 1 尾ずつタオルで包んで測定し、後にタオルの重量を差し引いて求めた。

飼育に用いた水槽はいずれも 55 ℓ のアクリル水槽で流水式とした。制限食飼育試験（Ⅰ）を除き、水温を 20℃ に保つた。

一般分析は、水分は常法、粗蛋白質はマイクロケルダール法、粗脂肪は Folch の方法により行なつた。

日間摂餌率 (f) および日間生長率 (g) は次式より求めた。(ただし W_0 : 初期体重, W_T : T 日後の体重, F: 期間中の摂餌量)

$$f = \frac{F}{T \cdot \frac{W_0 + W_T}{2}}, \quad g = \frac{W_T - W_0}{T \cdot \frac{W_0 + W_T}{2}}$$

III. 結果および考察

1. 制限食飼育試験 (I)

体重 70mg (TL, 約21 mm) の着底稚魚を供試魚とした。飼育期間は2週間で、期間中の水温は22~24℃であつた。飼育結果を第2表にまとめた。

飽食区 (Lot 100) の増重率をみると第1週では83%, 第2週では53%とかなりの差がみられた。第1週の摂餌率は第2週の1.23倍, また生長率は1.70倍となつた。2週間という飼育期間から考えると, この大きな差は着底後のヒラメ稚魚に急速な生理機能の変化が起こっていることを示すものと考えられる。

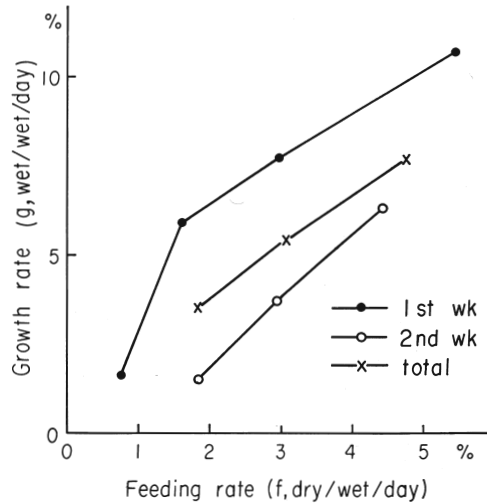
第2表の生長率は方法の項に示したように直線増加式に基づき計算したものであるが, このうち Lot 100 における日間生長率を指数増加式によつて求めると8.2%となる。奈倉 (1978) はアルテミア成体を餌料として飼育を行なつているが, 日間生長率は体重 24mg から 165mg で 12.8% (19.8~24.0℃) 42mg から 332mg で 10.3% (22.2~26.0℃) となつている。松永 (1979) によればワムシ・アルテミア・天然プランクトン・マダイ仔魚を餌料とした場合の日間生長率は体重 10mg から 66mg で 10.4% である。また, 大塚ほか (1979) によれば天然プランクトン・アルテミア成体を餌料として, 日間生長率は体重 20mg から 66mg で 11.5% (21.0~24.5℃) となる。これらの結果と比較すると今回の供試魚はやや低い生長率を示した。この理由の1つとして, 今回の飼育供試魚が上述の報告例より大型で, 相対的に生長率が低くなるサイズから飼育されたことが考えられる。また, 今回設定した1日10時間の投餌時間が, このサイズのヒラメの稚魚の要求する最大摂餌量までの摂餌に要する時間としては短かつたことも考えられる。

第2表 制限食飼育試験結果 (I)

Table 2. Results of restricted feeding experiment I.

Lot	Experimental period (week)	Food consumed (wet, mg)	Average body weight (mg)		Feeding rate ^{a)} (wet/wet/day, %)	Growth rate ^{a)} (wet/wet/day, %)	Per-cent ^{b)} gain (%)	Feed conversion ^{b)}		Fish no.	Mortality (%)
			Initial	Final				($\frac{\text{wet}}{\text{wet}}$)	($\frac{\text{wet}}{\text{dry}}$)		
100	1st	19,096	67.6	131.2	54.5	10.7	83	0.18	1.83	62-57	8.1
	2nd	29,382	131.2	204.8	44.3	6.3	53	0.14	1.42	57-56	1.8
	Total	48,478	67.6	204.8	47.6	7.7	178	0.16	1.58	62-56	9.7
50	1st	9,237	67.6	108.1	29.6	7.7	53	0.24	2.41	62-58	6.5
	2nd	14,403	108.1	140.5	29.4	3.7	27	0.12	1.19	58-55	5.2
	Total	23,690	67.6	140.5	30.6	5.4	94	0.17	1.66	62-55	11.3
25	1st	4,644	67.6	96.6	16.1	5.9	33	0.30	2.97	62-56	9.7
	2nd	7,045	96.6	107.6	18.3	1.5	6	0.05	0.47	56-52	7.1
	Total	11,689	67.6	107.6	18.4	3.5	41	0.15	1.46	62-52	16.1
10	1st	1,853	67.6	74.5	7.7	1.6	-5	-0.12	-1.15	62-51	17.7
	2nd	2,666	74.5	(125.0)	-	-	-	-	-	51-30	41.2
	Total	4,519	67.6	(125.0)	-	-	-	-	-	62-30	51.6

a), b): The values of dead fish weight were; a) neglected, b) added to the final weight, before calculation.



第1図 日間摂餌率と生長率 (実験 I)

Fig. 1. Relationships between feeding rate and growth rate (experiment I).

第1図に日間摂餌率と生長率の関係を示した。一般に摂餌率が最大値に近づくにしたがい生長率の伸びは鈍化するが、本図ではその傾向が認められない。したがって、10時間/日の投餌時間では最大摂餌量に達するまでの摂餌が行なえなかつたものと推定される。この点に関しては追試の必要があろう。

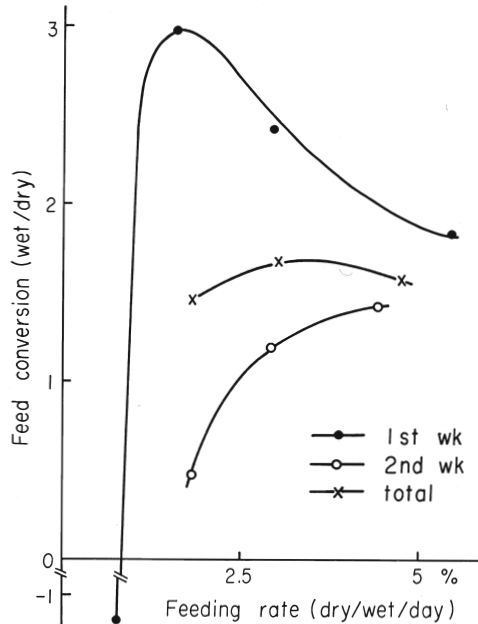
次に体重70mgから200mg (TL, 21~31mm)における体重維持摂餌率および最大生長に必要な摂餌率を第2表および第1図から求めると、体重維持に約10% (乾物で1%)、最大生長に50%以上 (乾物で5%以上)となる。

飼料効率では Lot 50 および Lot 25 の第1週で2.41, 2.97という極めて高い値が得られた。この値はツノガレイ (COWEY et al., 1972), マダイ (YONE et al., 1974), ニジマス (竹内ほか, 1978) 等の幼魚, 体重8.8g以上のヒラメ幼魚 (第5表)で測定された値の2~3倍となっており注目される。摂餌率と飼料効率の関係では、第2図にみられるように第1週と第2週では Lot 25~Lot 100 において相反するパターンが得られ、その結果2週間を通しての飼料効率は1.46~1.66 (Lot 25~Lot 100)となり、変動幅が比較的小さくなった。また、第1週 (体重130mg以下)では摂餌率が体重維持率を上回る点から飼料効率が急激に高くなっている。第1週について飼料効率から体重維持摂餌率を求めると約0.8% (乾物)となる。

飼育期間中の斃死率について Lot 100, Lot 50, Lot 25 の間に顕著な差は認められなかつた。ただし、摂餌量の低下に伴ないサイズの変異が大きくなる傾向が認められた。これに対し、Lot 10 では2週間で51.6%の斃死が起り、一部共喰いが確認された。また、個体間に摂餌活動の優劣が生じ小型個体が摂餌できずに斃死した結果、2週間後の平均体重は Lot 25 より高い結果となつた。

2. 制限食飼育試験 (II)

供試魚として体重16.4g (TL, 約12cm)の幼魚を用い、飼育期間を2週間とした。飼育結果を第3表に示した。飽食区 (Lot 100) で日間摂餌率2.7%, 日間生長率2.5%であつた。Lot 10の投餌量は Lot 100 の13%で、日間摂餌率は0.4%と低かつたが0.2%の日間生長が認められ



第2図 日間摂餌率と飼料効率(実験I)
 Fig. 2. Relationships between feeding rate and feed conversion (experiment I).

第3表 制限食飼育試験結果(II)
 Table 3. Results of restricted feeding experiment II(14 days feeding)

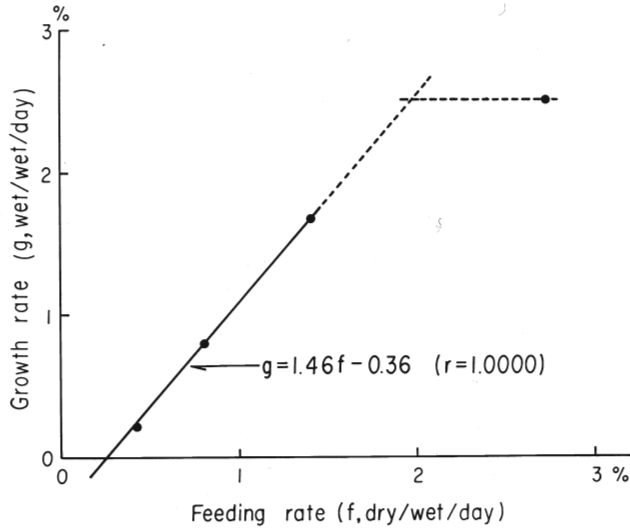
Lot	Food consumed (dry, g)	Average body weight (g)		Feeding rate (dry/wet/day, %)	Growth rate (wet/wet/day, %)	Percent gain (%)	Feed conversion (wet/dry)
		Initial	Final				
100	30.0	16.2	23.0	2.7	2.5	42.6	0.92
50	15.0	16.9	21.3	1.4	1.7	26.4	1.19
25	7.8	16.2	18.1	0.8	0.8	12.2	1.01
10	3.9	16.2	16.7	0.4	0.2	3.4	0.56

た。

日間摂餌率と生長率の関係を第3図, 日間摂餌率と飼料効率の関係を第4図に示した。日間摂餌率1.4%以下(Lot 50以下)では摂餌率と生長率の間に強い相関が認められた。摂餌率がさらに高くなると生長率はLot 100で得られた値へ漸近するように変化すると考えられる。今, 便宜上2つの直線の交点での摂餌率が最大生長を得るために必要な最小摂餌率を表わしていると仮定すると, 回帰式から最大生長に必要な摂餌率は1.96%以上, 体重維持摂餌率は0.25%となる。餌料の質的差は無視してこれを制限食飼育試験(I)の結果と比較すると, 0.07gから16.4gへの生長により最大生長に必要な摂餌率は約2/5, 体重維持摂餌率は約1/4に減少したことになる。

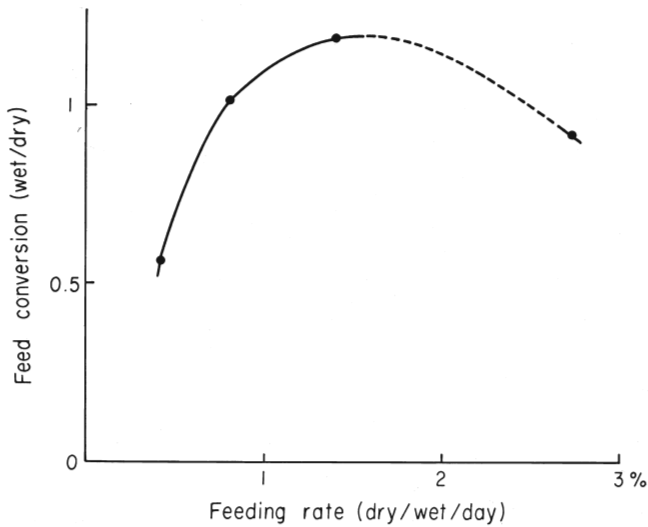
飼料効率はLot 50で最大となりLot 100ではLot 50の1/1.3となつた。すなわち, 飽食量の摂餌は飼料効率からみれば過剰摂餌と言える。したがって適正投餌量の決定に当つてはこの点も十分検討する必要がある。

第4表に試験終了後の供試魚の筋肉および内臓の一般分析結果を示した。摂餌率の低下に伴



第3図 日間摂餌率と生長率 (実験II)

Fig. 3. Relationships between feeding rate and growth rate (experiment II).



第4図 日間摂餌率と飼料効率 (実験II)

Fig. 4. Relationships between feeding rate and feed conversion (experiment II).

ない内臓および筋肉中の脂質含量が顕著に下がっており、魚体維持のエネルギー源として脂質が積極的に利用されていることが推察される。日間脂質摂取率 (i) と脂質含量 (c) の間には相関が認められ、回帰式は筋肉で $c = 1.06i + 0.81$ ($r: 0.985$), 内臓で $c = 18.59i + 2.11$ ($r: 0.992$) となった。

3. サイズ別飼育試験

生長率、飼料効率等に対する魚体の大きさの影響を調べるため、8.8~88g (TL, 約10~21 cm) の4種類のサイズの幼魚、若魚を供試魚とし14日間の飼育試験を行ないその飼育結果を第

5表に示した。日間摂餌率は生長にともない3.5% (8.8g) から1.5% (88.2g) に減少、また、日間生長率も4.2% から1.6% に減少した。一方、飼料効率についてはサイズとの間に関連が認められなかつた。16.2g サイズで飼育を開始した区は他の区と比較して飼料効率が低かつた。この原因は、何らかの要因によりこの区の供試魚の摂餌が実験期間中不安定であつたことにあると思われる。

第4表 制限食飼育試験 (II) 終了時の筋肉および内臓の一般分析結果

Table 4. Proximate compositions (%) of the muscle and viscera at the end of the restricted experiment II.

Lot	Muscle			Viscera
	Moisture	Protein	Lipid	Lipid
100	79.1	18.7	1.17	8.66
50	79.4	18.9	1.01	5.03
25	79.8	18.5	0.95	3.93
10	80.6	18.0	0.84	3.33

第5表 ヒラメ0才魚の飼育試験結果

Table 5. Results of feeding experiment of O-age plaice (14 days feeding).

Average body weight (g)		Percent gain (%)	Feed conversion (wet/dry)	Feeding rate (dry/wet/day, %)	Growth rate (wet/wet/day, %)
Initial	Final				
8.8	16.0	81.8	1.18	3.5	4.2
16.2	23.0	42.6	0.92	2.7	2.5
36.3	48.7	24.4	1.24	1.7	2.1
88.2	110.5	25.3	1.07	1.5	1.6

遠山ほか (1977) はマイワシ肉を餌料として体重3.36g から83.83g の4種類のサイズのヒラメについて20日間 (20.5℃) の飼育試験を行ない、生長に伴う摂餌率、生長率の低下を報告している。特に83.83g サイズではその傾向が著しく、27.33g 以下の供試魚に対し飼料効率も約78% に低下すると報告している。なお、マイワシ肉の水分含量を75% とすると、遠山らの飼育による飼料効率は4種類のサイズの供試魚の平均で1.77 (wet/dry) となり、今回得られた平均値1.10よりかなり高い値となつている。遠山らは1回/日の投餌により飼育を行なつているが、摂餌率の平均は1.16% (dry/wet/day) となり、今回の飼育試験における摂餌率平均値2.35% の約1/2である。第3表の制限食飼育試験結果に示されるように、摂餌率が飽食飼育の場合の1/2あるいは1/4に低下すると飼料効率は10~30% 向上するとみなされるので、この点を考慮すると両者の差は縮少すると思われる。最後にこの飼育結果からヒラメ0才魚が沿岸砂浜域においてアミ類、魚類を餌料として、体重8.8g から88g まで生長する際の餌料要求量を概算すると、平均水温20℃の仮定条件下で350~500g (wet) となる。

IV. 要 約

着底期以降のヒラメ幼稚魚の飼育実験を行ない以下の知見を得た。

1. *Artemia* を給餌した体重67.6mg のヒラメ幼魚の体重維持摂餌率は約1% (dry/wet/day),

配合飼料を給餌した体重16.4gのヒラメ幼魚の体重維持摂餌率は0.35%であつた。

2. 最大生長に必要な摂餌率は体重67.6mgの稚魚で5%以上、体重16.4gの幼魚で1.96%であつた。

3. 着底直後のヒラメ稚魚は2.97という非常に高い飼料効率を示した。

4. 体重8.8gから88.2gのヒラメのサイズ別飼育試験を行なつたところ、生長にともない摂餌率および生長率は低下したが飼料効率はほぼ一定であつた。

文 献

- COWEY, C. B. and J. A. POPE (1972). Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice (*Pleuronectes platessa*). *Br. J. Nutr.*, **28**: 447-456.
- 興石裕一・安永義暢 (1980). マダイ放流技術開発に関する基礎的研究 I. マダイ健苗育成に関して. 日水研報告, (31): 1-15.
- 松永 繁 (1979). ヒラメ量産技術開発. 未発表資料.
- 奈倉 昇 (1978). ひらめ種苗量産における後期 (15~30mm) の餌料問題について. 第5回日本海ブロック増養殖研究推進連絡会議議事要録, 日水研: 32-35.
- 大塚 修・天下谷昭文・平野正人 (1979). ヒラメ稚魚の餌料別飼育試験. 新潟県栽培漁業センター業務・研究報告, **2**: 45-48.
- 竹内俊郎・渡辺 武・荻野珍吉 (1978). ニジマス飼料におけるたん白質および脂質の至適添加量. 日水誌, **44**(6): 683-688.
- 遠山忠次・庄司泰雄 (1977). 飼育水槽におけるヒラメの摂餌について. 千葉水試研報, **36**: 47-54.
- YONE, Y., S. SAKAMOTO and M. FURUICHI (1974). Studies on nutrition of red sea bream—IX. The basal diet for nutrition studies. *Rep. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ.*, **2**: 13-24.