

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測に関する研究

(カンパチ用配合飼料の開発と適正給餌方法の解明)

増養殖対策科 渡辺 貢

野見湾のカンパチ養殖は生餌主体の給餌形態であるために、漁場環境への影響が大きく環境悪化に伴う漁業被害がしばしば発生している。そこで、漁

場環境の改善と養殖経営の安定を図るための配合飼料化および効率的な養殖技術開発が急務となっている。

I 0才魚における夏季適正給餌間隔把握試験

目的

カンパチ0才魚における高水温期の適正給餌頻度を把握し、成長・飼料効率等から効率的な給餌方法を検討する。

方法

1) 試験飼料および給餌

試験区の内訳は表1に示すとおりで、試験飼料には市販ブリ類用EP(N社製)および冷凍アジを用いた。常法により分析した両飼料の一般成分の分析値は表2に示すとおりで、粗タンパク質および粗脂肪は生餌が高く、粗糖質はEPが高かった。一般成分から算出したエネルギー含量は約4,024および5,612kcal/kg、C/P比は約78.3および82.9で、ともに両飼料間で差異が認められた。

表1 試験区の内訳

試験区	飼餌料及び給餌間隔	給餌方法
1区	市販EP、週6日	飽食、1日1回
2区	市販EP、週5日	飽食、1日1回
3区	市販EP、週4日	飽食、1日1回
4区	市販EP、1日おき	飽食、1日1回
5区	生餌、週6日	飽食、1日1回
6区	生餌、週5日	飽食、1日1回
7区	生餌、週4日	飽食、1日1回
8区	生餌、1日おき	飽食、1日1回

表2 試験飼餌料の一般成分

試験区	1～4区	5～8区
粗タンパク質(%)	51.4	67.7
粗脂肪(%)	16.0	31.5
粗糖質(%)	15.4	1.4
粗灰分(%)	13.0	8.6
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4,024	5,612
C/P ratio	78.3	82.9

なお、冷凍アジは冷凍カッターで碎片としたものに総合ビタミン剤を規定量添加して用いた。魚体測定、網替え等の日には無給餌とし、原則として給餌日には1日1回午前中に飽食量を給与した。

2) 供試魚および飼育

供試魚として5月に土佐湾で採捕された天然のカンパチ稚魚を、試験開始まで市販のブリ類用EPで約1ヶ月間予備飼育したものを用いた。

飼育試験では平均体重約240gのカンパチ0才魚を150尾ずつ3.2×3.2×3.2mの水産試験場占有海面小割網生簀8面に収容した。給餌頻度は1週間に6日(1区、5区)、5日(2区、6区)、4日(3区、7区)および2日に1回給餌(4区、8区)とし、8月7日から10月1日までの56日間飼育した。なお、飼育開始から2週間毎に網替えおよび淡水浴を実施しハダムシを駆除し、死亡魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。

3) 測定および成分分析

飼育開始から4週間毎に各試験区の総魚体重を測定し、また、開始時、中間時および終了時は各試験区から10尾ずつ抽出し、血液性状、血清成分、全魚体および肝臓の一般成分を測定した。また、環境への窒素、リン負荷量を推定するため、使用した飼餌料、試験開始時および終了時の魚体について全窒素、全リンの分析を常法により行った。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の平均体重および午前9時の表層水温の推移を図1に示した。飼育期間を通じて各試験区

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

とも活発に摂餌し、順調に成長した。平均体重は開始時240 gが終了時522 g（8区）～754 g（2区）であったが、1区と2区の差はほとんどなくEP、生餌とも給餌日数が多いほど成長は良好であった。この間の表層水温は、開始直後の29.7℃を最高に漸次低下し終了時には最低23.0℃まで低下した。

飼育成績を表3に示した。飼料効率についてみると、1～4区では4区が最も高く、2区と3区は同等で1区が最も低かった。5～8区では8区を除いて大きな差はみられず、6区がやや高めであった。タンパク質効率およびエネルギー効率についても1～4区および5～8区で同様の傾向がみられた。

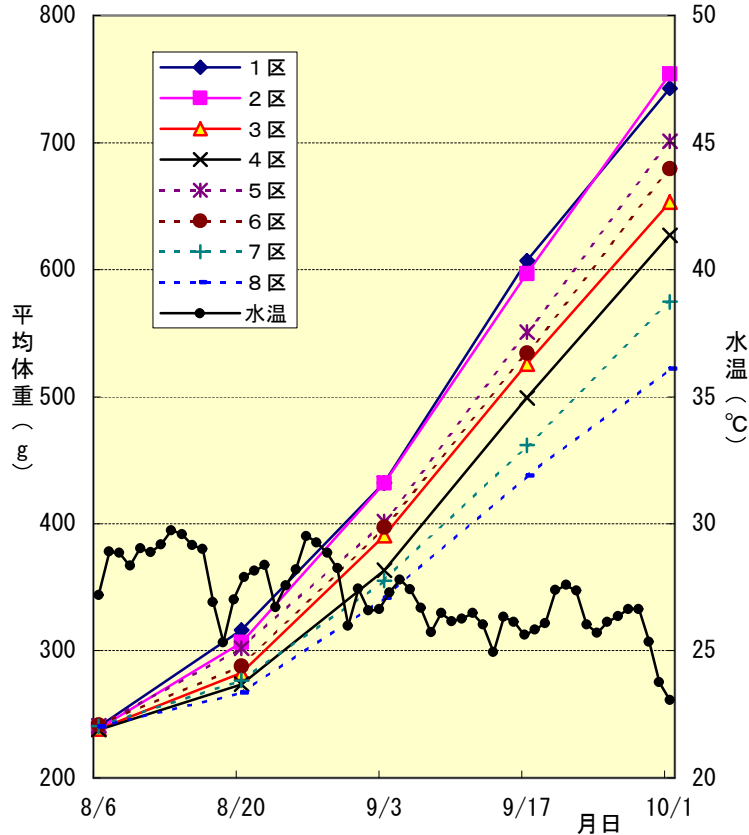


図1 平均体重の推移

表3 飼育成績

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	中間時	99.3	100.0	100.0	100.0	98.7	99.3	100.0	100.0
	終了時	98.7	100.0	100.0	100.0	98.0	98.7	100.0	99.3
平均体重 (g)	開始時	240.3	238.8	238.3	237.8	240.9	241.7	240.5	240.0
	中間時	432.1	431.8	390.4	363.4	401.7	397.4	355.2	341.6
	終了時	742.7	753.8	653.1	627.2	701.3	679.6	574.6	521.8
飼料効率 (%)	開始時～中間時	92.7	95.9	93.3	90.2	85.2	89.0	83.7	84.7
	中間時～終了時	88.4	91.0	92.3	100.7	88.0	89.0	89.2	83.3
	開始時～終了時	90.1	92.8	92.7	96.9	86.7	89.0	87.2	83.9
日間摂餌率 (%)	開始時～中間時	2.20	2.14	1.85	1.65	2.10	1.95	1.64	1.47
	中間時～終了時	2.11	2.13	1.95	1.91	2.19	2.08	1.90	1.80
	開始時～終了時	2.00	1.98	1.78	1.65	1.97	1.87	1.67	1.57
日間成長率 (%)	開始時～中間時	2.04	2.06	1.73	1.49	1.79	1.74	1.37	1.25
	中間時～終了時	1.86	1.94	1.80	1.92	1.93	1.86	1.70	1.49
	開始時～終了時	1.83	1.85	1.66	1.61	1.75	1.70	1.46	1.32
タンパク質効率	開始時～中間時	1.80	1.87	1.82	1.75	1.25	1.32	1.24	1.25
	中間時～終了時	1.72	1.77	1.80	1.96	1.30	1.32	1.32	1.23
	開始時～終了時	1.75	1.81	1.80	1.89	1.28	1.32	1.29	1.24
エネルギー効率 (%)	開始時～中間時	23.0	23.8	23.2	22.4	15.1	15.9	14.9	15.1
	中間時～終了時	22.0	22.6	22.9	25.0	15.7	15.9	15.9	14.9
	開始時～終了時	22.4	23.1	23.0	24.0	15.5	15.9	15.5	14.9
N負荷量 (Ng/kg)	開始時～終了時	59.3	57.8	57.9	53.6	91.0	90.4	93.4	97.1
P負荷量 (Pg/kg)	開始時～終了時	23.4	22.9	23.4	21.0	20.5	16.7	19.8	20.0

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、中間時および終了時における血液性状を表4に、また、血清成分を表5に示した。終了

時の血液性状に関してはヘマトクリット値(HCT)、ヘモグロビン濃度(HGB)、および赤血球数(RBC)いずれも区間差はほとんど認められなかった。

表4 血液性状

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
HCT(%)	開始時	61.2±4.1							
	中間時	61.1±10.8	62.4±3.8	62.1±4.6	57.9±1.7	61.1±3.4	64.3±6.0	66.2±6.4	62.2±9.7
	終了時	56.6±6.2	59.4±5.9	63.7±4.0	56.9±3.7	62.3±11.7	61.7±5.2	61.9±6.5	58.4±6.6
HGB(g/dl)	開始時	14.5±0.7							
	中間時	16.6±1.4	15.2±0.7	15.1±0.9	15.7±0.4	15.4±0.8	15.7±1.0	16.2±1.2	16.8±0.4
	終了時	17.3±1.9	17.8±1.4	17.7±0.4	16.0±1.4	18.3±0.4	16.9±1.7	16.7±0.6	17.5±1.1
RBC(10 ⁴ /μl)	開始時	376±29							
	中間時	373±56	387±13	367±32	384±9	402±26	430±53	420±31	414±39
	終了時	366±32	328±25	374±17	357±35	376±74	361±39	373±51	394±54

また、終了時の血清成分についてみると、各試験区の総タンパク質、総コレステロールおよびアルブミンは開始時よりも高く、E P 給餌あるいは生餌給

餌にかかわらず給餌日数が多いほど高い傾向であった。トリグリセリドは3, 4, 8区が高かったことを除いて区間差はみられなかった。

表5 血清成分

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
総タンパク質 (g/dl)	開始時	3.2±0.2							
	中間時	5.2±0.5	4.7±0.4	4.5±0.3	5.3±0.7	4.7±0.7	5.2±0.4	5.0±0.1	4.2±0.4
	終了時	5.5±0.8	4.8±0.8	4.5±0.3	4.2±0.2	5.5±0.5	5.4±0.3	4.9±0.4	4.7±0.7
総コレステロール (mg/dl)	開始時	214±22							
	中間時	324±71	305±25	273±42	343±61	374±51	413±59	431±25	381±56
	終了時	324±29	289±31	299±31	273±21	711±116	597±108	548±89	486±56
グルコース (mg/dl)	開始時	108±13							
	中間時	194±52	145±8	181±40	149±38	121±19	146±67	132±34	99±21
	終了時	74±26	62±17	71±18	60±6	93±16	77±23	76±24	89±16
アルブミン (g/dl)	開始時	1.0±0.1							
	中間時	1.6±0.2	1.4±0.2	1.3±0.1	1.5±0.2	1.4±0.5	1.5±0.1	1.4±0.2	1.1±0.2
	終了時	1.7±0.2	1.4±0.2	1.4±0.2	1.2±0.1	1.5±0.1	1.5±0.1	1.3±0.1	1.2±0.2
トリグリセリド (mg/dl)	開始時	84±8							
	中間時	147±18	126±31	158±49	174±30	114±12	101±33	121±40	120±26
	終了時	201±33	178±22	502±245	816±62	184±27	170±67	174±51	359±119

3) 魚体成分

飼育開始時、中間時および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表6に示した。終了時の全魚体の各一般成分は全試験区でほとんど差異はなく、ほぼ一定の値を示した。終了時の肝臓についても、全魚体と同様に区間差はみられなかった。比肝重値については、生餌を給餌した5~8区よりもE P を給餌した1~4区が高かった。

E P を給餌した1~4区では窒素53.6g(4区)~59.3g(1区)、リン21.0g(4区)~23.4g(1区)となり、飼料効率の高かった4区が少ない結果となった。一方、生餌を給餌した5~8区では窒素90.4g(6区)~97.1g(8区)、リン16.7g(6区)~20.5g(5区)となり、E P を給餌したものと同様に飼料効率の高かった6区が少ない結果となった。

4) 窒素、リンの負荷量

環境への負荷量は、増重量1kg当たりでみると、

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

表6 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8	
全魚体	水分	開始時	72.7							
		中間時	70.5	72.4	70.9	73.3	71.3	70.1	72.8	70.6
		終了時	67.4	68.0	68.9	68.4	69.5	68.1	69.7	69.0
	粗タンパク質	開始時	19.1							
		中間時	18.4	19.7	19.0	18.1	19.7	18.9	17.9	18.0
		終了時	19.7	19.2	19.2	19.4	20.5	19.4	19.2	19.6
	粗脂肪	開始時	4.4							
		中間時	7.5	7.2	7.6	7.0	7.1	6.8	6.7	6.7
		終了時	11.0	10.8	11.7	10.8	11.0	11.2	11.0	10.9
	粗灰分	開始時	4.3							
		中間時	2.7	2.5	3.1	3.1	2.9	3.4	2.5	3.6
		終了時	2.6	3.2	2.6	2.8	2.0	3.3	3.1	2.9
肝臓	水分	開始時	74.9							
		中間時	63.5	63.6	61.5	64.4	62.7	67.7	64.6	68.3
		終了時	68.0	68.6	68.4	68.5	67.9	67.4	68.3	68.9
	粗タンパク質	開始時	14.5							
		中間時	10.8	11.4	11.0	11.1	12.5	13.1	13.0	13.8
		終了時	10.0	10.3	10.3	10.9	10.9	11.8	10.2	10.2
	粗脂肪	開始時	3.9							
		中間時	15.4	16.3	17.8	16.3	17.9	13.3	15.1	11.1
		終了時	20.9	20.0	18.5	18.8	20.1	19.1	19.6	19.4
	粗灰分	開始時	1.5							
		中間時	1.1	1.0	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.7
		終了時	2.2	2.4	2.2	2.4	2.1	2.4	2.5	2.5
グリコーゲン	開始時	2.7								
	中間時	6.6	5.0	6.3	3.5	3.3	3.4	4.8	5.3	
	終了時	2.6	2.3	3.9	3.0	2.4	2.4	3.1	2.5	
比肝重値*	開始時	0.67±0.07								
	中間時	1.88±0.40	1.77±0.24	1.89±0.46	2.04±0.84	1.33±0.31	0.96±0.16	1.02±0.21	1.23±0.26	
	終了時	1.96±0.19	2.17±0.17	1.94±0.26	1.59±0.11	1.54±0.15	1.34±0.17	1.06±0.10	1.20±0.12	

*平均±標準偏差 (n=5)

考察

E Pを給餌した1～4区では、飼育期間中の乾物換算による日間摂餌率および日間成長率は、給餌日数が多いほど高い傾向を示したが、1区と2区の差はほとんどなく高水温期に高い頻度で給餌した場合、成長の遅滞と飼料効率の低下傾向がみられるようである。飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率について、区間差は少ないものの、給餌日数が最も少ない4区が最も高く、2、3区は同等で、1区が最も低い結果が得られた。以上の結果から、成長を優先して飼育する場合は労力の軽減も考慮して5日/週の飽食給餌が適切であり、飼育期間が長引いても経済性を追求するなら1回/2日の飽食給餌が効率的で、高い摂餌活性が継続するものと考えられる。

生餌を給餌した5～6区では、日間摂餌率および日間成長率は、E Pを給餌した1～4区と同様に給餌日数が多いほど高い傾向を示した。飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率は、いずれも6区が最も高く、5、7区が同等で、8区が最も低い

結果が得られた。これはE Pを給餌した1～4区とは異なる傾向であり、それぞれの消化生理あるいは消化時間の違いに基づくものと考えられる。生餌の場合は、給餌頻度に関わらずいずれの試験区も1日の飽食量に大きな区間差はみられず、飽食後は腹部の膨満が観察された。これに対して、E Pの場合は連続給餌日数が増えるほど摂餌量は減少し、無給餌日の翌日に摂餌量が回復する傾向が1、2、3区では顕著であった。このような摂餌活性の高い日には過食気味になり易く、E P特有の消化時間の遅さから翌日以降に摂餌活性が落ちるものと考えられる。全体的にみると生餌よりもE Pを給餌した試験区の飼育成績が良好であり、また単位生産当たりの窒素およびリン負荷量の結果から、飽食給餌の場合、良好な成長がみられたものより飼料効率の良い給餌を行えば、E P、生餌ともに給餌量の削減だけでなく、環境への負荷も少なくなることが明らかになった。そして、高水温期における魚体重240～750gのカンパチ0才魚については、5日/週のE P飽食給餌が適切であると考えられる。

II O才魚における秋季適正給餌間隔把握試験

目的

カンパチO才魚における水温下降期の適正給餌頻度を把握し、成長・飼料効率等から効率的な給餌方法を検討する。

方法

1) 試験飼料および給餌

試験区の内訳は夏季適正給餌間隔把握試験と同様(表1)で、試験飼料には市販ブリ類用EP(N社製)および冷凍アジを用いた。常法により分析した両飼料の一般成分の分析値は表7に示すとおりで、粗タンパク質は生餌が高く、粗脂肪および粗糖質はEPが高かった。一般成分から算出したエネルギー含量は約4,827および5,105kcal/kg、C/P比は約87.9および66.6で、ともに両飼料間で差異が認められた。なお、冷凍アジは冷凍カッターで碎片としたものに総合ビタミン剤を規定量添加して用いた。魚体測定、網替え等の日には無給餌とし、原則として給餌日には1日1回午前中に飽食量を給与した。

表7 試験飼料の一般成分

試験区	1～4区	5～8区
粗タンパク質(%)	54.9	76.6
粗脂肪(%)	24.0	19.9
粗糖質(%)	15.5	2.3
粗灰分(%)	12.2	18.0
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4,827	5,105
C/P ratio	87.9	66.6

2) 供試魚および飼育

供試魚として夏季適正給餌間隔把握試験終了後、市販のブリ類用EPで3週間予備飼育したものをを用いた。飼育試験では平均体重約750gのカンパチO才魚を120尾ずつ3.2×3.2×3.2mの海面小割網生簀8面に収容した。給餌頻度は夏季適正給餌間隔把握試験と同様とし、10月23日から12月17日までの56日間飼育した。なお、飼育開始から2週間毎に網替えおよ

び淡水浴を実施しハダムシを駆除し、死亡魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。

3) 測定および成分分析

飼育開始から4週間毎に各試験区の総魚体重を測定し、また、開始時、中間時および終了時は各試験区から10尾ずつ抽出し、血液性状、血清成分、全魚体および肝臓の一般成分を測定した。また、環境への窒素、リン負荷量を推定するため、使用した飼餌料、試験開始時および終了時の魚体について全窒素、全リンの分析を常法により行った。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の平均体重および午前9時の表層水温の推移を図2に示した。飼育期間を通じて各試験区とも活発に摂餌し、順調に成長したが、12月に入り水温の低下とともに摂餌量は低下した。平均体重は開始時750gが終了時956g(3,8区)～1,037g(5区)であった。終了時の平均体重についてみると、EPを給餌した1～4区では1区と4区がほぼ同じ成長を示し、次いで2区、3区の順であったのに対して、生餌を給餌した5～8区では給餌日数が多いほど成長は良好であった。この間の表層水温は、開始直後の22.7℃を最高に漸次低下し12月上旬には寒波の襲来で最低14.7℃を記録した。中間時および終了時までの飼育成績を表8に示した。飼料効率についてみてみると、1～4区では4区が最も高く、次いで1区、2区、3区の順に低くなった。5～8区では5区が最も高く、次いで6区、8区、7区の順に低くなった。タンパク質効率およびエネルギー効率についても1～4区および5～8区で同様の傾向がみられた。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

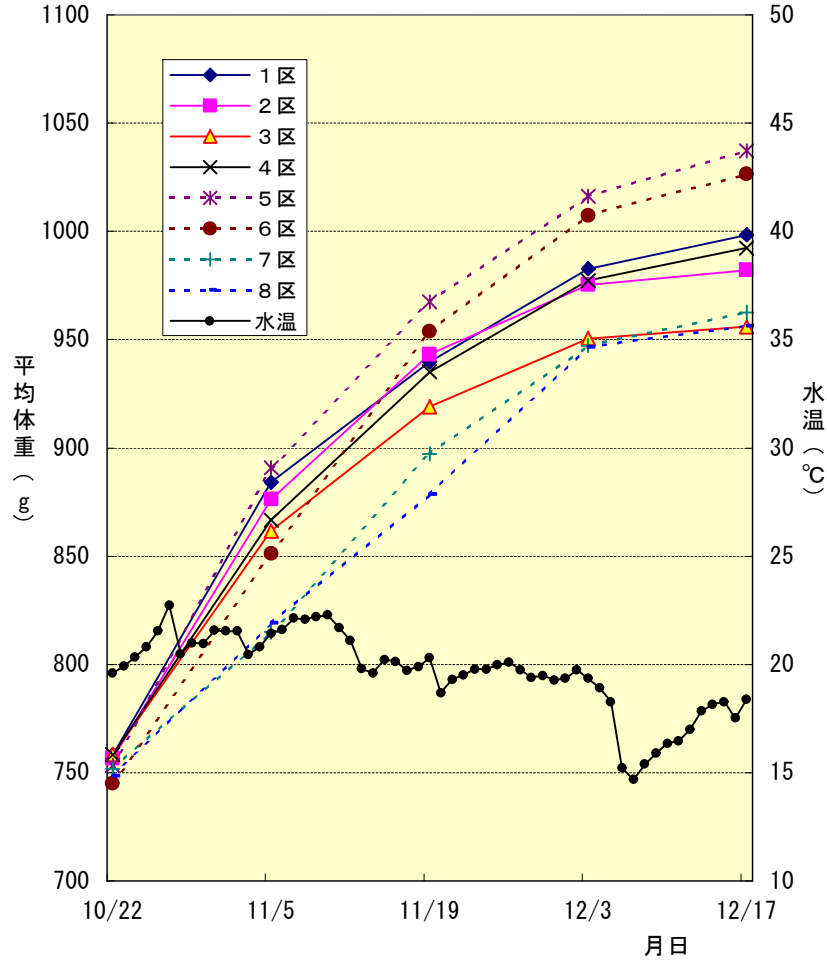


図2 平均体重の推移

表8 飼育成績

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	中間時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	100.0	100.0
	終了時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	100.0	100.0
平均体重 (g)	開始時	758.3	756.7	758.3	758.3	753.3	745.0	751.7	748.3
	中間時	939.7	943.2	919.0	935.1	967.5	953.9	897.3	878.5
	終了時	998.4	982.1	956.0	992.3	1,037.3	1,026.5	962.6	956.4
飼料効率 (%)	開始時～中間時	54.1	59.4	56.5	62.9	69.0	67.0	59.5	55.4
	中間時～終了時	31.4	20.0	18.6	27.3	31.0	29.3	28.7	38.3
	開始時～終了時	46.8	46.1	43.2	49.5	55.8	52.7	47.0	48.4
日間摂餌率 (%)	開始時～中間時	1.47	1.35	1.28	1.22	1.38	1.30	1.09	1.03
	中間時～終了時	0.73	0.73	0.73	0.78	0.76	0.81	0.79	0.78
	開始時～終了時	1.09	1.04	1.01	0.99	1.07	1.05	0.93	0.89
日間成長率 (%)	開始時～中間時	0.76	0.78	0.68	0.75	0.89	0.88	0.63	0.57
	中間時～終了時	0.23	0.15	0.14	0.21	0.24	0.24	0.23	0.30
	開始時～終了時	0.49	0.46	0.41	0.48	0.57	0.57	0.44	0.44
タンパク質効率	開始時～中間時	0.99	1.08	1.03	1.15	0.90	0.88	0.78	0.72
	中間時～終了時	0.57	0.37	0.34	0.50	0.41	0.38	0.37	0.50
	開始時～終了時	0.85	0.84	0.79	0.90	0.73	0.69	0.61	0.63
エネルギー効率 (%)	開始時～中間時	11.2	12.3	11.7	13.0	13.5	13.1	11.7	10.9
	中間時～終了時	6.5	4.1	3.8	5.7	6.1	5.7	5.6	7.5
	開始時～終了時	9.7	9.6	9.0	10.2	10.9	10.3	9.2	9.5
N負荷量 (Ng/kg)	開始時～終了時	162.8	169.5	173.3	146.0	190.4	201.3	231.7	217.8
P負荷量 (Pg/kg)	開始時～終了時	44.7	46.0	52.7	44.3	56.1	60.9	74.6	70.4

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、中間時および終了時における血液性状を表9に、また、血清成分を表10に示した。終了

時の血液性状に関してはHCT、HGBおよびRBCいずれも区間差はほとんど認められなかった。

表9 血液性状

試験区	1	2	3	4	5	6	7	8	
HCT (%)	開始時	59.5±4.7							
	中間時	61.2±4.5	58.1±6.1	62.4±9.8	58.5±7.1	67.0±7.0	62.6±10.2	63.9±9.0	68.9±3.6
	終了時	61.1±11.5	60.9±5.3	61.5±6.0	59.1±2.2	66.6±3.5	67.1±2.7	65.3±3.0	68.7±5.2
HGB (g/dl)	開始時	18.6±1.0							
	中間時	18.3±1.4	17.9±1.0	18.2±1.8	17.6±1.4	18.9±1.2	18.6±2.4	18.0±2.0	19.3±0.9
	終了時	19.5±2.1	19.3±1.4	19.6±1.6	18.9±0.9	19.1±2.1	20.2±0.6	20.1±0.7	19.7±0.8
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時	370±16							
	中間時	366±41	370±29	398±74	358±45	425±34	387±55	399±57	414±23
	終了時	359±71	381±33	378±32	352±14	401±25	411±26	419±16	410±30

表10 血清成分

試験区	1	2	3	4	5	6	7	8	
総タンパク質 (g/dl)	開始時	4.9±0.3							
	中間時	5.7±0.5	6.0±0.2	5.5±0.3	5.9±0.5	6.2±0.6	6.3±0.5	6.5±0.5	6.2±0.4
	終了時	4.7±0.2	5.3±0.8	4.9±0.6	5.0±0.3	5.4±0.4	5.9±0.3	5.9±0.8	5.3±0.4
総コレステロール (mg/dl)	開始時	301±16							
	中間時	401±64	452±25	375±34	429±60	540±64	591±44	628±96	576±69
	終了時	319±31	331±43	356±43	347±23	475±42	532±77	556±171	490±85
グルコース (mg/dl)	開始時	140±28							
	中間時	63±21	54±12	54±14	92±37	68±22	64±12	68±27	78±22
	終了時	60±23	44±15	54±14	102±14	60±12	70±10	82±9	77±10
アルブミン (g/dl)	開始時	1.5±0.1							
	中間時	1.6±0.1	1.7±0.1	1.6±0.1	1.6±0.2	1.7±0.2	1.7±0.1	1.8±0.1	1.6±0.1
	終了時	1.3±0.1	1.5±0.3	1.4±0.1	1.4±0.1	1.5±0.1	1.5±0.1	1.5±0.2	1.4±0.2
トリグリセリド (mg/dl)	開始時	83±17							
	中間時	106±7	128±27	138±13	175±101	168±167	152±34	207±58	408±89
	終了時	121±24	79±11	84±19	170±52	80±19	119±104	148±71	135±50

また、終了時の血清成分についてみると、各試験区の総コレステロールは開始時よりも高く、EPを給餌した1～4区よりも生餌を給餌した5～8区で高い傾向がみられた。総タンパク質およびアルブミンはほとんど差がみられなかったが、グルコースおよびトリグリセリドには区間差がみられた。

3) 魚体成分

飼育開始時、中間時および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表11に示した。終了時の全魚体の各一般成分は全試験区でほとんど差異はなく、ほぼ一定の値を示した。終了時の肝臓については、水分と粗脂肪含量に区間差がみられた。比肝

重値については、生餌を給餌した5～8区よりもEPを給餌した1～4区がやや高かった。

4) 窒素、リンの負荷量

環境への負荷量は、増重量1kg当たりでみると、EPを給餌した1～4区では窒素146.0g(4区)～173.3g(3区)、リン44.3g(4区)～52.7g(3区)となり、飼料効率の高かった4区が最も少ない結果となった。一方、生餌を給餌した5～8区では窒素190.4g(5区)～231.7g(7区)、リン56.1g(5区)～74.6g(7区)となり、成長が良好で飼料効率の高かった5区が少ない結果となった。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

表11 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8		
全魚体	水分	開始時	70.4								
		中間時	67.4	66.3	65.9	64.9	66.3	66.6	66.2	68.0	
		終了時	66.2	65.2	65.7	64.3	65.8	64.5	66.3	66.9	
	粗タンパク質	開始時	19.1								
		中間時	20.2	19.2	19.5	19.6	19.6	19.7	19.5	19.8	
		終了時	18.7	18.9	19.0	19.2	18.9	19.2	18.9	19.8	
	粗脂肪	開始時	8.5								
		中間時	9.8	11.4	11.4	11.8	12.0	10.9	12.5	10.1	
		終了時	11.4	10.6	10.8	11.0	10.7	11.0	10.3	11.2	
	粗灰分	開始時	1.9								
		中間時	2.1	2.5	2.1	3.0	2.2	1.3	1.8	2.4	
		終了時	2.7	3.6	2.2	3.6	3.1	3.5	2.3	3.1	
	肝臓	水分	開始時	65.3							
			中間時	54.9	57.8	57.8	53.0	56.6	54.8	59.3	59.8
			終了時	55.1	61.0	62.4	59.9	65.3	58.2	64.8	68.3
粗タンパク質		開始時	13.2								
		中間時	10.7	11.0	10.6	10.4	11.1	11.1	11.1	11.4	
		終了時	10.9	11.2	11.4	11.8	14.6	11.8	13.7	13.2	
粗脂肪		開始時	14.4								
		中間時	26.1	26.8	26.1	29.0	27.8	28.8	25.1	26.7	
		終了時	29.5	20.8	19.2	24.1	14.6	22.0	14.7	13.6	
粗灰分		開始時	1.2								
		中間時	1.1	1.3	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.2	
		終了時	1.1	1.6	1.4	1.1	1.4	1.1	1.5	1.4	
グリコーゲン		開始時	2.0								
		中間時	2.6	2.3	2.0	1.8	2.2	2.8	2.8	2.3	
		終了時	3.2	3.3	2.7	3.1	3.6	3.1	4.2	3.3	
比肝重値*	開始時	1.45±0.09									
	中間時	1.95±0.12	2.16±0.50	2.14±0.14	2.16±0.36	2.08±0.39	1.88±0.28	1.98±0.17	1.70±0.18		
	終了時	1.68±0.08	1.63±0.18	1.54±0.12	1.81±0.33	1.76±0.12	1.79±0.31	1.44±0.40	1.44±0.27		

*平均±標準偏差 (n=5)

考察

全体的に水温の低下に伴い、成長の遅滞と飼料効率の低下傾向がみられた。特に水温が18℃を下回った12月上旬以降はその傾向が顕著であった。全試験区でE Pを給餌した1～4区では、飼育期間中の乾物換算による日間摂餌率は、給餌日数が多いほど高い傾向を示したが、飼育後半の日間成長率は1区と4区が同等となり、飼育期間を通しての飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率は、給餌日数が最も少ない4区が最も高かった。

生餌を給餌した5～6区では、日間摂餌率はE Pを給餌した1～4区と同様に給餌日数が多いほど高い傾向を示したが、日間成長率は5区と6区は同等であった。飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率は、いずれも5区が最も高く、次いで6区、8区、7区の順に低くなる結果が得られた。これはE Pを給餌した1～4区とは異なる傾向であり、夏季の試験と同様にそれぞれの消化生理あるいは消化時間の違いに基づくものと考えられる。また、E P給餌では夏季試験と同様に飼料効率の良い給

餌を行えば、また、生餌給餌では成長が良好で飼料効率の高い給餌を行えば、給餌量の削減だけでなく、環境への負荷量も少なくなることが示唆された。

全体的にみると夏季の試験とは逆にE Pよりも生餌を給餌した5、6区の飼育成績が良好であり、水温下降期における魚体重750～1,000gのカンパチ0才魚については、環境負荷を考えず成長のみを重視するならば6日/週の生餌飽食給餌が適切であると考えられる。

このように、今回はE Pよりも生餌の飼育成績が勝っていたが、単位生産当たりの窒素およびリン負荷の結果から、いずれもE P給餌のほうが環境への負荷が軽減されているため、水温下降期にもE Pを給餌するほうが適切であると考えられる。また、今回の飼育期間後半における4区の飼育成績は極めて良好であった。このときの現場水温は実際のカンパチ養殖場の低水温期に相当することから、冬季のE P給餌回数としては1回/2日の飽食給餌が効率的かつ経済的で、労力の軽減にもつながるものと推察される。

Ⅲ 1才魚における秋季適正給餌間隔把握試験

目的

カンパチ1才魚における水温下降期の適正給餌頻度を把握し、飼育成績および環境への負荷量を推定することによって効率的な給餌方法を検討する。

方法

1) 試験飼料および給餌

試験区の内訳は0才魚での適正給餌間隔把握試験と同様(表1)で、試験飼料には市販ブリ類用EP(N社製)および冷凍アジを用いた。常法により分析した両飼料の一般成分の分析値は表12に示すとおりで、粗タンパク質は生餌が高く、粗脂肪および粗糖質はEPが高かった。一般成分から算出したエネルギー含量は約4,932および5,105kcal/kgと類似していたが、C/P比は約96.3および66.6で、両飼料間で差異が認められた。なお、冷凍アジは冷凍カッターで碎片としたものに総合ビタミン剤を規定量添加して用いた。魚体測定、網替え等の日には無給餌とし、原則として給餌日には1日1回午前中に飽食量を給与した。

表12 試験飼餌料の一般成分

試験区	1～4区	5～8区
粗タンパク質(%)	51.2	76.6
粗脂肪(%)	27.6	19.9
粗糖質(%)	15.0	2.3
粗灰分(%)	12.6	18.0
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4,932	5,105
C/P ratio	96.3	66.6

2) 供試魚および飼育

供試魚として前年に土佐湾で採捕され、市販のブリ類用EPで養成したカンパチ1才魚を用いた。

飼育試験では平均体重1,479～1,512gのカンパチ1才魚を68尾ずつ3.2×3.2×3.2mの海面小割網生簀8面に収容した。給餌頻度は前述の0才魚秋季試験と同様とし、10月6日から11月30日までの56日間飼育した。なお、飼育開始から2週間毎に網替えおよび淡

水浴を実施しハダムシを駆除し、死亡魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。

3) 測定および成分分析

飼育開始から4週間毎に各試験区の総魚体重を測定し、また、開始時、中間時および終了時は各試験区から10尾ずつ抽出し、血液性状、血清成分、全魚体および肝臓の一般成分を測定した。また、環境への窒素、リン負荷量を推定するため、使用した飼餌料、試験開始時および終了時の魚体について全窒素、全リンの分析を常法により行った。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の平均体重および午前9時の表層水温の推移を図3に示した。飼育期間前半は各試験区とも活発に摂餌し、順調に成長したが、11月に入り水温の低下に伴い摂餌量は急激に低下していった。平均体重は開始時1,500g前後が終了時2,213g(5区)～1,952g(8区)であった。終了時の平均体重についてみると、EPを給餌した1～4区よりも生餌を給餌した5～8区のほうが良好な成長を示したが、ともに給餌日数が多いほど成長は良好であった。飼育期間中の表層水温は、開始直後の25.6℃を最高に漸次低下し11月中旬には寒波の襲来で最低18.7℃を記録した。

飼育期間中の飼育成績を表13に示した。飼料効率についてみてみると、1～4区では1区が最も高く、次いで2区、4区、3区の順に低くなった。5～8区では6区が最も高く、次いで5区、7区、8区の順に低くなった。タンパク質効率およびエネルギー効率についても1～4区および5～8区で同様の傾向がみられた。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

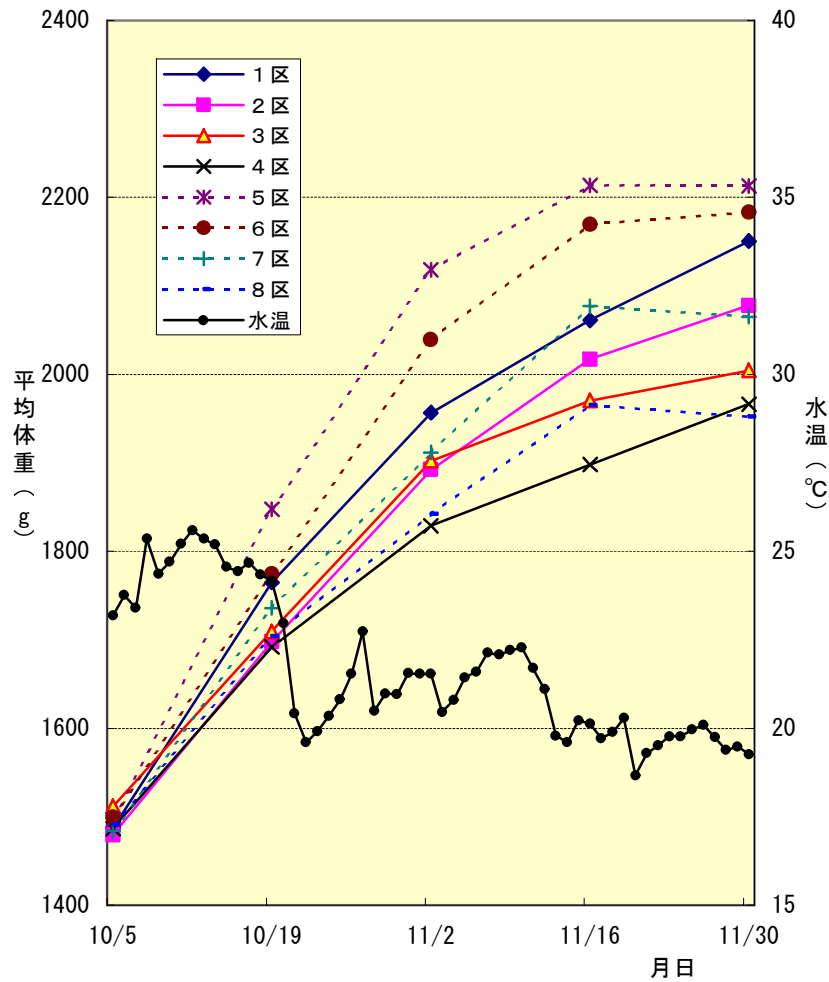


図3 平均体重の推移

表13 飼育成績

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	中間時	98.5	100.0	100.0	100.0	100.0	98.5	100.0	100.0
	終了時	98.5	100.0	100.0	100.0	100.0	98.5	100.0	100.0
平均体重 (g)	開始時	1,486.8	1,479.4	1,511.8	1,486.8	1,497.1	1,499.3	1,483.8	1,491.2
	中間時	1,956.5	1,892.4	1,902.5	1,829.1	2,118.1	2,039.5	1,911.9	1,842.0
	終了時	2,150.6	2,077.9	2,004.2	1,966.3	2,213.2	2,183.1	2,065.1	1,951.8
飼料効率 (%)	開始時~中間時	67.4	69.0	68.3	66.7	81.0	82.7	79.8	77.4
	中間時~終了時	44.0	40.2	27.4	39.4	27.9	36.6	38.0	34.4
	開始時~終了時	59.3	57.7	53.2	56.1	65.4	67.2	64.1	60.8
日間摂餌率 (%)	開始時~中間時	1.44	1.27	1.20	1.11	1.52	1.33	1.13	0.97
	中間時~終了時	0.75	0.82	0.72	0.84	0.62	0.67	0.68	0.63
	開始時~終了時	1.13	1.07	1.00	0.94	1.13	1.04	0.94	0.83
日間成長率 (%)	開始時~中間時	0.97	0.88	0.82	0.74	1.23	1.09	0.90	0.75
	中間時~終了時	0.33	0.33	0.20	0.29	0.17	0.24	0.26	0.22
	開始時~終了時	0.65	0.60	0.50	0.50	0.69	0.66	0.59	0.48
タンパク質効率	開始時~中間時	1.32	1.35	1.33	1.30	1.06	1.08	1.04	1.01
	中間時~終了時	0.86	0.79	0.54	0.77	0.36	0.48	0.50	0.45
	開始時~終了時	1.16	1.13	1.04	1.10	0.85	0.88	0.84	0.79
エネルギー効率 (%)	開始時~中間時	13.7	14.0	13.9	13.5	15.9	16.2	15.6	15.2
	中間時~終了時	8.9	8.2	5.6	8.0	5.5	7.2	7.4	6.8
	開始時~終了時	12.0	11.7	10.8	11.4	12.8	13.2	12.6	11.9
N負荷量 (Ng/kg)	開始時~終了時	102.2	110.9	120.4	116.3	158.3	151.1	159.7	168.7
P負荷量 (Pg/kg)	開始時~終了時	22.0	28.1	32.6	38.1	48.2	49.8	53.7	53.4

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、中間時および終了時における血液性状を表14に、また、血清成分を表15に示した。終了時の血液性状に関してはHCT,HGB,およびRBCい

れもE Pを給餌した1～4区より生餌を給餌した5～8区がやや高い傾向を示したが、飼餌料ごとの区間差はほとんど認められなかった。

表14 血液性状

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
HCT (%)	開始時	58.1±11.8							
	中間時	56.6±11.3	61.4±4.4	60.9±5.7	62.7±12.8	66.9±6.7	68.3±3.8	73.3±3.0	78.1±6.6
	終了時	63.6±3.7	60.1±0.7	59.7±6.2	53.6±2.4	66.3±6.7	69.9±3.4	67.6±6.9	64.6±2.5
HGB (g/dl)	開始時	17.9±1.2							
	中間時	16.9±4.0	18.2±1.1	17.1±1.0	12.3±2.2	18.9±1.1	18.2±0.5	18.7±0.6	19.7±1.8
	終了時	19.0±0.9	17.5±0.2	17.3±1.1	16.5±1.0	19.6±0.4	19.9±0.9	19.0±1.7	18.8±1.2
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時	373±43							
	中間時	325±73	358±16	356±34	342±75	409±21	436±51	396±32	354±11
	終了時	396±32	354±11	361±27	326±22	419±12	428±23	403±43	390±25

表15 血清成分

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8
総タンパク質 (g/dl)	開始時	3.7±0.4							
	中間時	4.9±0.4	4.8±0.3	5.3±0.6	5.1±0.4	5.8±0.4	5.3±0.3	5.7±0.5	6.3±0.2
	終了時	5.2±0.3	5.2±0.7	5.9±0.1	5.0±0.7	5.3±0.6	5.0±0.4	5.7±1.0	5.6±0.6
総コレステロール (mg/dl)	開始時	274±26							
	中間時	325±18	336±34	373±35	355±40	495±83	463±67	528±70	505±76
	終了時	393±28	356±34	430±49	351±44	396±47	397±35	432±75	418±47
グルコース (mg/dl)	開始時	106±11							
	中間時	42±17	34±11	39±24	114±34	67±24	56±12	67±8	77±63
	終了時	73±11	78±41	67±26	108±30	66±13	85±24	89±24	53±23
アルブミン (g/dl)	開始時	1.0±0.1							
	中間時	1.5±0.2	1.4±0.1	1.5±0.2	1.5±0.1	1.6±0.1	1.4±0.1	1.6±0.2	1.8±0.2
	終了時	1.5±0.1	1.4±0.1	1.6±0.1	1.4±0.1	1.6±0.2	1.6±0.2	1.6±0.2	1.7±0.2
トリグリセリド (mg/dl)	開始時	41±12							
	中間時	68±15	206±161	127±27	236±47	117±34	128±46	170±22	212±96
	終了時	147±49	268±152	167±28	451±198	97±13	110±27	185±46	169±52

また、終了時の血清成分についてみると、各試験区の総タンパク質、総コレステロールおよびアルブミンは開始時よりも高かったが、ほとんど差はみられなかった。一方、グルコースおよびトリグリセリドには区間差がみられた。

3) 魚体成分

飼育開始時、中間時および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表16に示した。終了時の全魚体の各一般成分は全試験区でほとんど差異はなく、ほぼ一定の値を示した。終了時の肝臓については、粗タンパク質含量が生餌を給餌した5～8区よりもE Pを給餌した1～4区がやや低かった。比

肝重値については、生餌を給餌した5～8区よりもE Pを給餌した1～4区がやや高かった。

4) 窒素、リンの負荷量

環境への負荷量は、増重量1kg当たりでみると、E Pを給餌した1～4区では窒素102.2g (1区)～120.4g (3区)、リン22.0g (1区)～38.1g (4区)となり、成長が良好で飼料効率の高かった1区が最も少ない結果となった。一方、生餌を給餌した5～8区では窒素151.1g (6区)～168.7g (8区)、リン48.2g (5区)～53.7g (7区)となり、飼料効率の高かった6区で窒素が、成長が良好だった5区でリンが少ない結果となった。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

表16 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4	5	6	7	8	単位：%
全魚体	水分	開始時	68.7							
		中間時	65.4	67.5	69.6	68.8	66.4	66.9	68.1	67.4
		終了時	65.0	66.6	68.0	68.5	64.4	67.3	66.5	67.6
	粗タンパク質	開始時	19.8							
		中間時	19.9	19.8	18.7	20.2	19.5	19.5	19.0	19.9
		終了時	20.6	19.7	20.1	19.5	19.3	19.7	19.8	20.0
	粗脂肪	開始時	6.5							
		中間時	11.1	10.6	10.6	10.1	11.0	10.9	10.4	11.1
		終了時	10.5	10.8	9.7	10.1	12.2	11.3	11.2	10.8
	粗灰分	開始時	3.0							
		中間時	3.3	3.4	3.6	3.4	3.5	3.3	3.4	3.7
		終了時	4.7	4.4	2.8	2.9	3.9	2.6	3.5	3.7
肝臓	水分	開始時	71.8							
		中間時	65.9	66.7	70.3	69.0	66.8	67.3	68.2	68.1
		終了時	63.2	66.4	67.3	64.5	62.8	66.7	64.9	65.9
	粗タンパク質	開始時	16.4							
		中間時	12.4	11.6	11.6	11.9	12.2	12.4	13.1	12.8
		終了時	10.8	13.1	11.4	10.3	14.7	14.5	13.9	15.1
	粗脂肪	開始時	7.8							
		中間時	16.7	17.7	14.6	16.7	17.1	19.1	13.7	14.7
		終了時	14.6	10.7	9.8	14.1	14.9	11.1	11.9	11.4
	粗灰分	開始時	1.9							
		中間時	2.8	3.1	2.6	3.4	3.2	2.6	3.5	3.3
		終了時	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.7	1.5	1.4
グリコーゲン	開始時	3.3								
	中間時	1.5	2.5	2.2	1.9	0.9	2.1	1.1	1.7	
	終了時	5.4	4.8	6.4	4.7	3.9	2.6	3.1	4.8	
比肝重値*	開始時	1.17±0.14								
	中間時	1.43±0.21	1.82±0.31	1.64±0.25	1.64±0.15	1.30±0.10	1.43±0.09	1.50±0.20	1.38±0.23	
	終了時	1.30±0.14	1.29±0.10	1.45±0.03	1.38±0.09	1.19±0.05	1.02±0.11	1.20±0.19	1.19±0.09	

*平均±標準偏差 (n=5)

考察

全体的に水温の低下に伴い、成長の遅滞と飼料効率の低下がみられたが、これは0才魚よりも高い水温で始まり、その変化は急激であった。特に水温が20℃を下回った11月中旬以降はその傾向が顕著であり、生餌を給餌した7区と8区は摂餌活性が低下し体重の減少がみられた。E Pを給餌した1～4区では、飼育期間中の乾物換算による日間摂餌率および日間成長率は、給餌日数が多いほど高い傾向を示し、飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率も同様の傾向を示したが、いずれも3区が最も低かった。

生餌を給餌した5～6区では、日間摂餌率および日間成長率はE Pを給餌した1～4区と同様に給餌日数が多いほど高い傾向を示したが、飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率は、いずれも6区が最も高く、次いで5区、7区、8区の順に低くなる結果が得られた。これはE Pを給餌した1～4区とは異なる傾向であった。また、窒素およびリンの負荷量の結果から、E P給餌、生餌給餌ともに成

長が良好で飼料効率の高い給餌を行えば、給餌量の削減だけでなく、環境への負荷量も少なくなることが明らかになり、0才魚と同様な傾向を示すことが示唆された。

全体的にみるとE Pよりも生餌を給餌した試験区の飼料効率が良好であり、給餌日数が多い場合、飼育成績は生餌を給餌したほうが優るが、給餌日数が少ない場合はE Pに劣る結果が得られた。このことから、水温下降期における魚体重1,500g以上のカンパチ1才魚については、6日/週の生餌飽食給餌が適切であると考えられた。

しかし、単位生産当たりの窒素およびリンの負荷量の結果から、いずれもE P給餌のほうが環境への負荷が軽減されているため、水温18℃程度までの水温下降期にE Pを給餌する場合には、6回/週の飽食給餌が有効ではないかと考えられる。

IV 1才魚における春季摂餌性向上化試験

目的

これまでのカンパチ飼育試験結果から、配合飼料は生餌よりも嗜好性に劣る傾向がみられ、特に0才魚よりも1才魚で顕著である。そこで、水温上昇期に摂餌促進物質であるイノシン酸を用い、その添加効果について検討する。

方法

1) 試験飼料

試験飼料には表17に示した組成の魚粉削減飼料を用い、表18に示すようにイノシン酸を添加した試験区を設定した。常法により分析した試験飼料の一般成分の分析値は表19に示すとおりである。

表17 試験飼料の組成

沿岸魚粉	27.0
大豆油粕	36.0
オキアミミール	5.0
小麦グルテン	10.0
レーリジン	0.6
レーメチオニン	0.4
魚油	15.0
ビタミン混合物	2.0
ミネラル混合物	2.0
小麦粉	2.0
計	100.0

表18 試験区の内訳

試験区	飼料の特徴	給餌方法
1区	イノシン酸0.2mmol添加	飽食、1日1回
2区	イノシン酸0.4mmol添加	飽食、1日1回
3区	イノシン酸0.8mmol添加	飽食、1日1回
4区	イノシン酸無添加	飽食、1日1回

表19 試験飼料の一般成分

試験飼料	
粗タンパク質(%)	47.7
粗脂肪(%)	18.0
粗糖質(%)	13.5
粗灰分(%)	9.3
エネルギー (kcal/kg dry diet)	3,965
C/P ratio	83.1

2) 供試魚および飼育

供試魚として前年に土佐湾で採捕され、市販のブリ類用E Pおよび試験飼料で養成したカンパチ1才魚を用いた。

飼育試験では平均体重974~979gのカンパチ1才魚を100尾ずつ3.2×3.2×3.2mの海面小割網生簀4面に収容し、4月29日から5月26日までの28日間飼育した。また、飼育開始から2週間毎に網替えおよび淡水浴を実施しハダムシを駆除し、死亡魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。なお、魚体測定、網替え等の日には無給餌とし、原則として週5日の割合で1日1回午前中に飽食量を給与した。

3) 測定および成分分析

飼育開始時および終了時には、各試験区の総魚体重を測定するとともに、10尾ずつ抽出し、血液性状、血清成分、全魚体および肝臓の一般成分を測定した。また、環境への窒素負荷量を推定するため、使用した試験飼料、試験開始時および終了時の魚体について全窒素の分析を常法により行った。

結果

1) 飼育成績

飼育成績を表20に示した。平均体重は開始時975g前後が終了時1,089g(1区)~1,050g(4区)であった。終了時の平均体重についてみると、イノシン酸を給餌量に対して0.2mmol添加した1区が最も成長が良く、日間摂餌率および日間成長率も高かった。次いで、2区、3区の順で、無添加の4区が最も日間摂餌率が少なく日間成長率も劣った。また、飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率についても同様の傾向がみられた。なお、飼育期間中の午前9時の表層水温は、開始直後の18.4℃から終了直前の23.2℃まで徐々に高くなっていった。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

表20 飼育成績

試験区		1	2	3	4
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0
	終了時	98.0	98.0	97.0	98.0
平均体重 (g)	開始時	974.5	973.5	978.5	974.5
	終了時	1,089.0	1,074.2	1,064.9	1,050.0
飼料効率 (%)	開始時				
	終了時	39.6	35.0	30.6	29.0
日間摂餌率 (%)	開始時				
	終了時	0.98	0.96	0.94	0.89
日間成長率 (%)	開始時				
	終了時	39.60	35.10	30.20	26.60
タンパク質効率 (%)	開始時				
	終了時	0.83	0.73	0.64	0.61
エネルギー効率 (%)	開始時				
	終了時	9.99	8.82	7.72	7.31
N負荷量 (Ng/kg)		151.4	179.1	212.7	228.2

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時および終了時における血液性状を表21に、また、血清成分を表22に示した。終了時の血液性状に関してはHCT,HGB,およびRBCいずれもイノ

シン酸無添加の4区よりイノシン酸を添加した1～3区がやや高い傾向を示したが、区間差はほとんど認められなかった。

表21 血液性状

試験区		1	2	3	4
HCT (%)	開始時		58.2±5.2		
	終了時	61.4±4.2	62.9±3.8	63.7±4.0	58.2±6.4
HGB (g/dl)	開始時		18.4±2.1		
	終了時	18.6±1.4	17.4±0.9	16.5±0.4	12.5±4.3
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時		353.8±24.9		
	終了時	369.2±28.9	380.8±14.4	385.6±17.3	360.0±32.7

表22 血清成分

試験区		1	2	3	4
総タンパク質 (g/dl)	開始時		4.7±0.4		
	終了時	4.8±0.4	5.1±0.4	4.7±0.3	5.0±0.3
総コレステロール (mg/dl)	開始時		322.4±30.2		
	終了時	327.8±48.4	369.6±15.7	338.8±60.4	380.8±33.1
グルコース (mg/dl)	開始時		65.8±8.5		
	終了時	47.0±4.4	38.3±13.8	51.7±37.8	67.4±8.6
アルブミン (g/dl)	開始時		1.2±0.1		
	終了時	1.4±0.2	1.4±0.1	1.3±0.1	1.4±0.1
トリグリセリド (mg/dl)	開始時		222.3±41.2		
	終了時	169.3±18.9	230.8±65.0	120.0±13.3	120.0±24.4

また、終了時の血清成分についてみると、各試験区の総タンパク質、総コレステロールおよびアルブミンは開始時よりもやや高かったが、ほとんど差は

みられなかった。一方、グルコースおよびトリグリセリドには区間差がみられた。

3) 魚体成分

飼育開始時および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表23に示した。終了時の全魚体の各一般成分は全試験区でほとんど差異はなく、ほぼ一定の値を示した。終了時の肝臓については、2、

3区で粗脂肪含量がやや高く、水分含量が低かったのを除けばほとんど差はみられなかった。比肝重値については、1、4区よりも2、3区がやや高かった。

表23 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区			単位：%			
			1	2	3	4
全魚体	水分	開始時			66.4	
		終了時	64.5	64.2	64.7	65.4
	粗タンパク質	開始時			19.2	
		終了時	19.9	19.7	19.5	19.4
	粗脂肪	開始時			10.9	
終了時		13.3	12.8	13.0	12.5	
粗灰分	開始時			3.1		
	終了時	3.1	3.0	3.4	3.4	
肝	水分	開始時			52.2	
		終了時	54.8	49.3	53.5	54.0
	粗タンパク質	開始時			11.5	
		終了時	12.5	10.3	11.1	12.3
	粗脂肪	開始時			30.6	
終了時		29.7	34.1	32.5	28.1	
粗灰分	開始時			1.1		
	終了時	1.3	1.0	1.2	1.1	
グリコーゲン	開始時			1.7		
	終了時	2.0	2.6	2.0	1.9	
比肝重値*	開始時			1.60±0.13		
	終了時	1.31±0.33	1.63±0.20	1.58±0.27	1.33±0.23	

*平均±標準偏差 (n=5)

4) 窒素負荷量

環境への負荷量は、増重量1kg当たりでみると、窒素151.4g(1区)~228.2g(4区)となり、成長が良好で飼料効率の高かった1区が最も少ない結果となった。

場合の相対値では、1区がそれぞれ111および152、2区が109および131、3区が105および111で、イノシン酸の添加効果が確認された。また、イノシン酸の添加量については微妙であり、過剰に添加すると効果が低下することも確認された。

考察

飼育期間中は、ハダムシの大量寄生で各試験区とも摂餌は不活発であり、さらに赤潮の発生による給餌日数の減少で成長および飼料効率は低調であった。飼育期間中の乾物換算による日間摂餌率、日間成長率、飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率については、いずれもイノシン酸を飼料重量に対して0.2mmol添加した1区が最も高く、次いで2区、3区の順で4区が最も低かった。イノシン酸無添加の4区の総摂餌量および増重率を100とした

カンパチ0才魚において精製カゼイン飼料に各種合成エキスを添加したモイストペレットを用いた室内実験で、イノシン酸0.4mmolでの添加効果が報告されているが、今回はその半量で効果がみられた。これは、試験飼料中の魚粉に由来するイノシン酸の存在により、ごく僅かなイノシン酸の添加で摂餌活性を高めることができたものと考えられる。

また、イノシン酸添加による飼料効率の改善によって、単位生産当たりの窒素負荷量が削減される結果が得られ、環境への負荷低減効果も確認された。

V 1才魚における秋季摂餌性向上化試験

目的

カンパチ1才魚において水温上昇期に摂餌性向上と飼育成績改善効果のみられたイノシン酸について、水温下降期におけるその添加効果について検討する。

方法

1) 試験飼料

試験飼料には魚粉およびオキアミミールの動物質性原料が62%配合されている市販ブリ類用EP (N社製)を用い、春季試験と同様のイノシン酸を添加した試験区を設定した(表18)。常法により分析した試験飼料の一般成分の分析値は表24に示すとおりである。

表24 試験飼餌料の一般成分

市販配合飼料(φ13mm)	
粗タンパク質(%)	49.7
粗脂肪(%)	26.8
粗糖質(%)	14.6
粗灰分(%)	12.2
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4,789
C/P ratio	96.4

2) 供試魚および飼育

供試魚として前年に土佐湾で採捕され、市販のブリ類用EPで養成したカンパチ1才魚を用いた。

飼育試験では平均体重2,058~2,062gのカンパチ1才魚を50尾ずつ3.2×3.2×3.2mの海面小割網生簀4面に収容し、12月1日から12月28日までの28日間飼育した。また、飼育開始から2週間毎に網替えおよび

淡水浴を実施しハダムシを駆除し、死亡魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。なお、魚体測定、網替え等の日には無給餌とし、原則として週3日の割合(月・水・金)で1日1回午前中に飽食量を給与した。

3) 測定および成分分析

飼育開始時および終了時には、各試験区の総魚体重を測定するとともに、10尾ずつ抽出し、血液性状、血清成分、全魚体および肝臓の一般成分を測定するためにサンプリングを行った。また、環境への窒素、リン負荷量を推定するため、給与した試験飼料、試験開始時および終了時の魚体について全窒素、全リンの分析を常法により行った。

結果

1) 飼育成績

飼育成績を表25に示した。平均体重は開始時2,060g前後が終了時2,190g(1区)~2,179g(3区)であった。終了時の平均体重についてみると、イノシン酸を0.2mmol添加した1区が最も日間摂餌量が高く成長も良かったが、日間成長率は2区と同等であり、3、4区との差も僅かであった。また、飼料効率、タンパク質効率およびエネルギー効率については、イノシン酸無添加の4区が最も高くなっていたが、1、2区との差はほとんどなかった。なお、飼育期間中の午前9時の表層水温は、12月上旬の寒波により一時的に14℃台まで下降したが、それ以外は開始直後の19.7℃から終了直前の16.6℃まで徐々に低くなっていった。

表25 飼育成績

試験区		1	2	3	4
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0
	終了時	100.0	100.0	100.0	100.0
平均体重 (g)	開始時	2,057.6	2,057.6	2,061.6	2,061.6
	終了時	2,190.4	2,185.8	2,178.6	2,182.9
飼料効率 (%)	開始時				
	終了時	43.7	43.9	43.0	44.5
日間摂餌率 (%)	開始時				
	終了時	0.51	0.49	0.46	0.46
日間成長率 (%)	開始時				
	終了時	0.22	0.22	0.20	0.20
タンパク質効率 (%)	開始時				
	終了時	0.88	0.88	0.87	0.90
エネルギー効率 (%)	開始時				
	終了時	9.12	9.17	8.99	9.29
N負荷量 (Ng/kg)		208.1	189.9	170.6	178.5
P負荷量 (Pg/kg)		30.9	21.8	39.8	40.1

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時および終了時における血液性状を表26に、また、血清成分を表27に示した。終了時の血液性状に関してはHCT,HGB,およびRBCいずれもイノシン酸0.8mmol添加の3区がやや低い傾向を示したが、区間差はほとんど認められなかった。また、終了時の血清成分についてみると、各試験区の総タン

パク質、グルコースおよびアルブミンは4区がやや高かったが、その差は僅かであった。一方、総コレステロールおよびトリグリセリドには区間差はみられなかった。

表26 血液性状

試験区		1	2	3	4
HCT (%)	開始時	59.3±4.2			
	終了時	54.4±3.1	54.3±5.1	51.9±1.3	58.0±5.9
HGB (g/dl)	開始時	17.6±1.0			
	終了時	19.9±0.5	19.1±0.8	18.2±0.7	19.4±1.4
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時	359.3±28.8			
	終了時	367.0±6.5	346.3±32.3	329.8±3.3	356.4±29.4

表27 血清成分

試験区		1	2	3	4
総タンパク質 (g/dl)	開始時	5.3±0.4			
	終了時	4.2±0.2	4.4±0.3	4.8±0.4	5.1±0.1
総コレステロール (mg/dl)	開始時	382.5±36.8			
	終了時	374.8±42.5	348.3±32.6	400.3±54.3	389.0±32.4
グルコース (mg/dl)	開始時	81.5±18.2			
	終了時	124.5±11.3	122.8±8.7	128.8±20.0	144.0±34.6
アルブミン (g/dl)	開始時	1.5±0.1			
	終了時	1.2±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1	1.4±0.1
トリグリセリド (mg/dl)	開始時	257.8±138.5			
	終了時	80.5±17.0	149.5±52.2	89.3±31.9	107.0±45.2

3) 魚体成分

飼育開始時および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表28に示した。終了時の全魚体および肝臓の各一般成分は全試験区でほとんど差異は

なく、ほぼ一定の値を示した。比肝重値については、1区が低かったのを除いて、差はほとんどみられなかった。

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

表28 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4	
全魚体	水分	開始時		67.0		
		終了時	69.1	66.2	66.9	67.1
	粗タンパク質	開始時			20.0	
		終了時	17.8	18.5	19.4	18.9
	粗脂肪	開始時			10.3	
		終了時	9.9	10.5	9.3	10.2
	粗灰分	開始時			3.7	
		終了時	2.9	4.1	2.4	2.5
	肝	水分	開始時		65.4	
			終了時	66.2	70.9	68.3
粗タンパク質		開始時			11.4	
		終了時	11.0	12.1	11.9	13.8
粗脂肪	開始時			12.3		
	終了時	13.2	12.6	11.2	12.5	
臓	粗灰分	開始時		1.3		
		終了時	1.3	1.4	1.5	1.4
グリコーゲン	開始時			5.3		
	終了時	3.8	3.3	3.3	4.5	
比肝重値*	開始時			1.35±0.08		
	終了時	1.08±0.09	1.38±0.19	1.44±0.20	1.29±0.23	

*平均±標準偏差 (n=5)

4) 窒素、リンの負荷量

環境への負荷量は、増重量1kg当たりでみると、窒素は170.6g(3区)~208.1g(1区)となり、総摂餌量の最も少なかった3区から順に総摂餌量の増加に伴い窒素負荷量が増える傾向がみられた。リンについては21.8g(2区)~40.1g(4区)となり、成長および飼料効率等との相関はみられなかった。

考察

飼育期間中は、各試験区とも摂餌は不活発であり、成長および飼料効率は低調であった。飼育期間中の乾物換算によるイノシン酸を添加しなかった4区の総摂餌量および増重率を100とした場合の相対値では、1区がそれぞれ111および109、2区が107および106、3区が100および97で、イノシン酸の添加

による摂餌量の増加が若干みられたものの、ほとんど区間差はなかった。これは魚粉削減飼料を用いた春季試験とは異なる結果であり、水温が20℃以下になると摂餌活性が著しく低下することと、市販EPの場合、魚粉配合量が多いえ各種の摂餌促進物質が添加されている可能性もあるため、今回はイノシン酸の添加効果がほとんど確認できなかったものと考えられる。

また、水温下降期にはイノシン酸添加による飼料効率の改善はみられず、窒素についていえば総摂餌量が多くなれば、環境への負荷量も多くなることが明らかになったが、リンについては特定の傾向を見出すことができなかった。