

ペヘレイ健苗量産技術開発試験—I

ペヘレイの初期生物餌料の検討

戸井田伸一・城条義興

現在当試験場ではペヘレイ種苗の初期生物餌料としてワムシとミジンコを投与して年間10万尾近い種苗を生産している。昭和62年度に行った微粒子飼料によるペヘレイ仔魚の飼育試験(戸井田 1988c)では、ワムシの代替飼料によるワムシ給餌量の削減はできなかった。しかし、微粒子飼料を使用すれば生残率が向上し、成長もよくなったことから、ペヘレイ1尾当りのワムシ必要量を従来よりも削減できる可能性のあることが示唆された。また、ワムシの代わりにアルテミア幼生を使用した試験(戸井田 1988d)では、アルテミア幼生の初期餌料としての有効性と単独使用による弊害がみられた。そこで、本年度は事業規模でワムシを使用しない種苗生産を行うとともに、アルテミア幼生に各種の油脂による栄養富化を行いその効果を調べた。また、アルテミア幼生に対する油脂の栄養富化効果については、バンライト水槽でも検討した。

本試験は、昭和63年度ペヘレイ健苗育成試験の一環として実施したものである。

本文に先立ち、魚体及び供試餌料の分析を引き受けて下さった、オリエンタル酵母工業株式会社に感謝の意を表する。

材料及び方法

実験1

量産規模でワムシを使用しない飼育を試みるため、昭和63年5月18日から6月28日までの42日間アユ種苗生産施設の16トンコンクリート角形水槽(2×8×1m)4面を使用して飼育した。

供試魚は、当場で継代飼育している魚体から、自然産卵により得た卵を0.5%塩水で管理し、発眼したものを目検計で各池40,000尾がふ化するように収容した。

ふ化率は30%前後であった。

飼育水は粉碎塩による塩水で半流水とし、飼育期間中0.1~0.5%の塩分を維持するように調節した。また、

飼育水1トン当り淡水産濃縮クロレラを20mℓ添加した。

試験区の設定は、試験開始後19日目までは第1表のとおりで試験開始後20日目からは全区ともイカ肝油と大豆油によって栄養富化したアルテミア幼生を給餌した。1日の給餌量は第2表のとおりで、原則的には各試験区とも同量の給餌量にしている。

第1表 試験区の設定(試験開始後19日目まで)

試験区	各試験区に与える生物餌料
1	ワムシ
2	アルテミア(無添加)
3	アルテミア(大豆油とビタミン添加)
4	アルテミア(イカ肝油とビタミン添加)

ワムシは、淡水産濃縮クロレラとパン酵母で培養し栄養強化は行っていない。

アルテミアは、北米Salt Lake産のもので、U. S. C. I社のPRO80を使用し、塩分3%,水温28℃でふ化させ24時間後に回収した。

栄養富化法は、乳化剤入りイカ肝油または、精製大豆油に5%の大豆レシチンを添加したもの各々20mℓとデュファール社のビタミン剤(デュファゾールA+D3+E)を10mℓを家庭用ジューサーで30秒間攪拌し、50ℓのコンテナに殻と分離したアルテミア幼生と共に入れた。ペヘレイ仔魚への給餌時刻に合わせたため、栄養富化の時間は、0.5、2、5時間の3種類になった。

配合飼料として試験開始後9日目から日本農産工業株式会社と高砂香料工業株式会社が試作した微粒子飼料、ふ化後30日目からは、オリエンタル酵母工業のアユ用初期飼料を与えた。

ミジンコは、淡水産濃縮クロレラとパン酵母で培養したもので、試験開始後30日目から与えた。ミジンコ

第2表 1日当りの給餌量

日 数	ワムシ	アルテミア		ミジンコ	配合飼料
	1 区	1 区	2～4 区	(g)	(g)
1-5	15.5		1.55		
6-10	50		5		4.5
11-15	112		11.2		8.4
16-20	175	25	19		17.4
21-25		33.4	33.4		29.4
26-30		40	40	150	38.4
31-35		40	40	210	48.6
36-40		40	40	360	82
41-43		40	40	500	100
計	1,572	872	1,029.2	4,000	1,330

注) ワムシ及びアルテミア幼生の単位は、 10^6 個体

への栄養強化は行っていない。

また、定期的にサンプリングして魚体測定を行うとともに、絶食試験により魚体の活力について比較した。

絶食試験の方法は、1ℓビーカーに各区の魚を10尾入れ、低温恒温槽で21℃に水温を調節して絶食させ、へい死状況を一日2回(8:30と16:30)観察するものである。

実験2

実験1では、ワムシの代わりにアルテミア幼生を使用する試験を量産規模で行った。しかし、配合飼料やミジンコ等も併用給餌しているため魚体分析には適していない。そこで、魚体及び給餌餌料の分析を主目的として、昭和63年6月1日から6月15日までの15日間アユ種苗生産施設内に設置した500ℓのパンライト水槽4面を使用して飼育した。

供試魚は、当场で継代飼育している魚体から、自然産卵により得た卵をパンライト水槽に移し、0.5%塩水で管理してふ化したものを各区2,000尾収容した。

飼育水は、粉碎塩による塩水でほぼ止水に近かった。

試験区の設定は、実験1の試験開始後19日目までの試験区(第1表)と同じで配合飼料は給餌していない。給餌量は第3表のとおりで、1日3回(9:30, 11:30, 14:00)給餌量を計数した後に与えた。

アルテミアの栄養富化方法及び使用したワムシ等は、実験1と同じものである。

試験終了後全数を取り上げそのうち50尾を計測し、

残りを魚体分析に供した。

また、各試験区の魚の健苗性を比較するため、試験終了後に絶食試験を実施した。

第3表 1日当りの給餌量

日 数	ワムシ	アルテミア
	1 区	2～4 区
	$\times 10^3$ 個体	$\times 10^3$ 個体
1-2	2,000	200
3-6	3,000	300
7	4,000	400
8-10	5,000	500
11-12	6,000	600
13-15	8,000	800
計	71,000	7,100

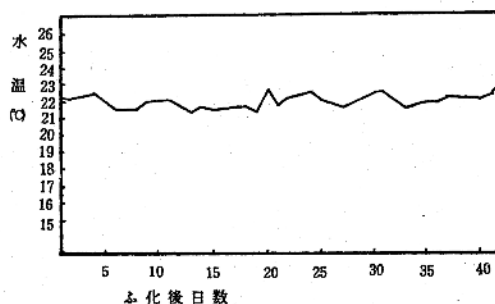
結 果

実験1

実験結果を第4表に、水温を第1図に示した。

各区ともふ化仔魚が40,000尾になるように調節したが、目分量で入れたため誤差が大きく、3区では取り上げ尾数に途中の間引き数を加えると47,000尾になり生残率が121.9%となった。このように生残率についての比較は難しいが、底掃除によるへい死魚の観察状況から判断して、ワムシを与えた1区よりも他の区の方が生残状況は良かった様である。

5日ごとの成長を第5表に示した。全長について各試験区ともふ化後日数別に分散分析を行った結果、20日目までは有為水準5%で有為さが認められたが、30日目以降は試験区間に差がみられなかった。試験開始後20日目までについてDUNCANの多範囲検定法で検定したところ5日目を除きすべて1区のワムシ区が劣っていた。アルテミアの3つの試験区は5日目を除いては差がなかった(第2図)。体重については、個体別に計測していなかったため検定はできなかったが、全長と同様の傾向がみられた(第3図)。



第1図 試験期間中の水温

第4表 試験結果

	1 区	2 区	3 区	4 区
開始時				
尾 数 (尾)	40,000	40,000	40,000	40,000
密 度 (尾/トン)	2,500	2,500	2,500	2,500
飼育期間 (日)	43	43	43	43
終了時				
尾 数 (尾)	25,500	36,000	39,000	30,500
へい死数 (尾)	5,000	1,000	500	1,000
サンプリング数(尾)	1,000	1,000	8,000	1,000
不明魚数 (尾)	8,500	2,000	-7,500	7,500
補正生存率 (%)	65.4	92.3	121.9	78.2
塩使用量 (kg)	880	820	765	765
クロレラ使用量 (ℓ)	2.5	2.5	2.5	2.5

$$\text{補正生存率} = \frac{\text{取り上げ尾数}}{\text{開始時尾数} - \text{サンプリング数}} \times 100$$

30日目以降成長に差がみられなかったのは、ふ化後10日目から各区とも配合飼料を与えだし、20日目以降は全ての区にアルテミア幼生を与えたためと考えられる。

絶食試験によるふ化後日数別平均生存時間を、(絶食させてからへい死するまでの時間) product-limit 推定法により求め、Peto & Peto の log-rank 検定により検定した。各区の平均生存時間と検定結果を第6表に示した。ふ化後日数が増えるに従い各区とも平均生存時間は延びており、仔魚の活力が向上している。しかし、ふ化後20日目以降は増加の割合が少なくなった。

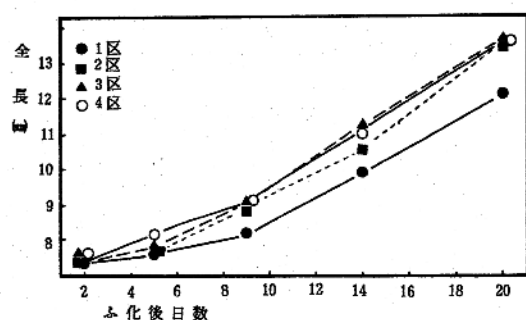
なお、ふ化後20日目の第4区の成績は異常と思われるので考察からは外している。

各試験区を比較すると、ふ化後15日目までは、3区の大豆油区が良く次に4区のイカ肝油区、2区の無添加区の順で1区のワムシ区は劣っていた。しかし、20日目以降平均生存時間に差は見られなくなった。

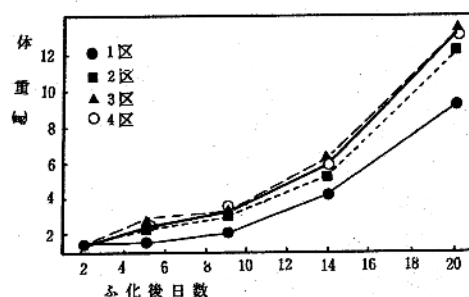
第5表 試験結果

ふ化後 日数	1 区		2 区		3 区		4 区	
	全 長 (mm)	体 重 (mg)	全 長 (mm)	体 重 (mg)	全 長 (mm)	体 重 (mg)	全 長 (mm)	体 重 (mg)
2	7.38	1.48	7.33	1.44	7.32	1.45	7.41	1.54
5	7.65 ^b	1.64	7.66 ^b	2.27	7.84 ^b	2.43	8.19 ^a	2.86
9	8.24 ^b	2.10	8.97 ^a	2.99	9.14 ^a	3.30	9.12 ^a	3.35
14	9.95 ^b	4.25	10.65 ^a	5.25	11.35 ^a	6.35	11.15 ^a	5.95
20	12.19 ^b	9.24	13.63 ^a	12.28	13.74 ^a	13.17	13.66 ^a	13.28
30	21.47	47.80	21.47	45.60	20.63	41.00	21.54	46.50
35	22.44	64.05	22.40	60.00	23.05	64.70	23.53	68.60
40	25.71	90.10	25.67	87.40	25.33	79.90	25.87	81.61

試験区ごとの全長の平均値の肩の符号が異なるものの間では、有為水準5%で有為差が認められる。



第2図 ふ化後日数と全長との関係



第3図 ふ化後日数と体重との関係

第6表 絶食試験による平均生存時間

ふ化後日数	1 区	2 区	3 区	4 区
10	75.8 ^b	87.5 ^{a,b}	96.8 ^a	88.9 ^{a,b}
15	137.2 ^b	142.0 ^{a,b}	161.2 ^a	145.8 ^{a,b}
20	205.1	200.3	233.2	112.2
25	223.6	216.7	220.5	214.3

数値の肩の符号が異なるものの間では有為水準5%で有為な差が認められる。

$$\text{平均生存時間 } \mu = \sum_{j=1}^m S (t_{j-1} + 0) (t_j - t_{j-1})$$

t_j は生存時間, j は生存時間の大小順に並べた番号で m が最後の数字

$t_{j-1} + 0$ は時刻 t_j の直前を示す

実験2

水質の測定結果を第7表に、試験結果を第8表に示した。

なお、試験終了後に魚を取り上げるときに不手際があり全数固定できなかったため、生残率は確認できな

かった。

底掃除の状況では各試験区ともへい死はほとんど見られなかったことから生残率の差は少ないものと考えられる。

第7表 水質測定結果

		1 区	2 区	3 区	4 区
水温	平 均	22.3	22.5	22.4	22.4
	最 大	22.6	22.8	22.9	23.6
	最 小	22.0	22.2	22.2	22.2
比重	平 均	1.0035	1.0036	1.0034	1.0034
	最 大	1.0045	1.0045	1.0045	1.0045
	最 小	1.0015	1.0025	1.0025	1.0020
DO	平 均	8.1	8.3	8.2	8.4
	最 大	7.9	8.9	8.9	9.3
	最 小	7.6	7.6	7.5	7.6
pH	平 均	8.35	8.38	8.43	8.42
	最 大	8.58	8.56	8.62	8.66
	最 小	8.14	8.13	8.05	8.10

第8表 試験結果

		1 区	2 区	3 区	4 区
開始時	尾 数 (尾)	2,000			
	全 長 (mm)	7.2			
	体 重 (mg)	1.3			
終了時	全 長 (mm)	11.0 ^a	12.8 ^b	13.3 ^a	13.4 ^a
	S D	0.84	1.36	1.04	1.23
	体 重 (mg)	5.3	8.6	9.8	9.7

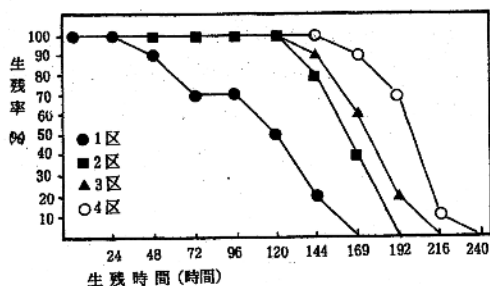
試験区ごとの全長の平均値の肩の符号が異なるもの間では、有為水準5%で有為差が認められる。

全長について各飼料区間で分散分析を行ったところ、有為水準5%で各飼料間に有為な差が見られた。そこで個体別に DUNCAN の多範囲検定法で検討したところ有為水準5%でワムシを与えた1区と他のアルテミアを与えた3区の間に有為差が認められた。そして2区と4区及び5区の間でも有為差が認められたことから、全長については、大豆油区、イカ肝油区>無添加区>ワムシ区の順に良い結果となった。

体重については、個別に計測していなかったので検定はできないが、全長とはほぼ同様の傾向がみられた。

絶食試験による生残状況を第4図に示した。各試験区の活力の差は product-limit 推定法により平均生存時間を求め、平均生存時間の大きい順に並べて Peto & Peto の log-rank 検定により検定した。各区の平均生存時間と検定結果を第9表に示した。

平均生存時間は、大豆油区≧イカ肝油区≧無添加区



第4図 絶食試験の生存状況

ワムシ区の順で良かった。

ワムシ区は、成長と同様にアルテミアの各区に比べて明らかに劣っており、仔魚の活性についてもアルテミア幼生の有効性が証明された。

油脂の添加により活性は高まる傾向が見られた。し

かし、大豆油とイカ肝油の間では差が少なかった。

試験に使用した餌料の一般成分と脂肪酸組成の分析値を第10表に、試験終了後の卵とふ化仔魚及び稚魚の一般成分と脂肪酸組成の分析値を第11表に示した。給餌した餌料の比較をすると、ワムシは水分含量が91.3

第9表 絶食試験による平均生存時間

ふ化後日数	1区	2区	3区	4区
15	103.6 ^a	167.7 ^b	205.4 ^a	183.1 ^{a,b}

数値の肩の符号が異なるものの間では有為水準5%で有為な差が認められる。

第10表 試供餌料の脂肪酸組成

(%)

試験区	1区	2区	3区	4区
餌の種類	ワムシ	アルテミア 無添加	アルテミア 大豆油添加	アルテミア イカ肝油添加
水分	91.30	87.96	88.17	88.05
粗蛋白質	6.25	7.5	7.31	7.25
粗脂肪(a)	2.48	6.02	5.73	4.26
粗灰分	0.58	0.86	0.87	1.00
12:0	0.32			
14:0	2.69	0.91	0.85	0.88
15:0	0.75	0.30		0.20
16:0	10.32	13.80	13.60	13.60
16:1n-7	14.49	3.66	3.44	3.55
16:2	0.48	0.63	0.34	0.33
18:0	4.51	4.34	4.21	4.25
18:1n-9	23.89	31.68	30.83	30.72
18:2n-6	12.94	6.00	8.87	5.92
18:3n-3	10.58	28.19	27.46	27.74
18:4n-6		2.87	2.69	2.83
18:4n-3(?)	1.36			
20:1n-9	3.27	0.40	0.47	0.53
20:3(?)	0.76	0.45	0.42	0.47
20:4n-6	0.89	0.38	0.41	0.43
20:4n-3	3.03		0.31	0.34
20:5n-3	0.81	3.45	3.21	3.87
22:1n-9			0.32	0.29
unknown	8.91	2.94	3.23	3.76
Σn-3HUFA	3.83	3.45	3.52	4.22
Σn-3HUFA×a×100	0.09	0.21	0.20	0.18

第11表 魚体の脂肪酸組成

試 験 区	卵	ふ化仔魚	1 区	2 区	3 区	4 区
水 分	86.85	—	85.54	83.52	83.53	83.60
粗蛋白質	9.88	—	11.67	12.96	12.76	12.71
粗 脂 肪(a)	4.63	—	1.62	2.29	2.16	2.34
粗 灰 分	0.60	—	1.69	1.85	1.93	1.82
12:0						
14:0	1.34	1.04	0.82	0.38	0.39	0.36
15:0	0.20		0.55			
16:0	18.50	20.98	18.97	17.21	17.02	16.31
16:1n-7	3.50	2.89	3.75	2.32	2.38	2.12
16:2	0.25	0.25				
18:0	5.13	7.00	12.83	7.70	7.48	7.66
18:1n-9	15.66	16.15	15.15	23.37	23.43	22.22
18:2n-6	5.72	5.91	5.87	3.74	4.62	3.6
18:3n-6	0.31	0.26	1.11	0.52	0.68	0.44
18:3n-3	0.35	0.24	1.62	8.69	8.52	8.34
18:4n-6	0.16			2.22	2.29	2.01
18:4n-3(?)	0.31			0.29	0.30	0.34
20:1n-9	1.03	1.00		0.36	0.46	0.33
20:3(?)	0.45		1.90	1.70	1.58	1.76
20:4n-6	1.32	1.59	4.36	0.77	0.75	0.79
20:4n-3			0.83	1.08	1.06	1.06
20:5n-3	2.52	2.66	1.44	4.12	3.96	4.46
22:0			1.57	1.13	2.45	1.69
22:1n-9				0.23	0.23	1.69
22:5n-3	1.21	1.11	0.91	1.75	1.68	1.88
22:6n-3	41.90	38.91	28.04	20.96	19.34	23.59
24(?)				0.42	0.32	
unknown	0.15		1.57	1.54	1.53	
$\Sigma n-3\text{HUFA}$	45.78	42.68	31.22	27.91	26.04	30.99
$\Sigma n-3\text{HUFA} \times a \times 100$	2.12		0.51	0.64	0.56	0.73
$22:6n-3 \times a \times 100$	1.94		0.45	0.48	0.42	0.55

%と多くその分粗蛋白質と粗脂肪の割合が減少している。特に粗脂肪は、アルテミア幼生の半分以下となっている(41~58%)。今回油脂による栄養富化時間が3時間のものを分析に供したが、イカ肝油区のアルテミア幼生にドコサヘキサエン酸が含まれておらず、栄養富化が十分になされていなかった。これは、試験に使用したアルテミア幼生の栄養富化時間が0.5、2.5、5時間と少なかったのが影響していると思われる。

粗蛋白質、粗脂肪の組成を卵と実験終了時の各試験区の魚について比べると、実験終了時の魚は、卵に比べて粗蛋白質の割合が増加し、粗脂肪の割合は低下していた。

魚体の分析値を比較するとワムシ区の粗脂肪の割合は、アルテミア区より低く(70~75%)、餌料の脂質含有量が魚体に与える影響は大きかった。

ベヘレイは、ふ化時の大きさが約7mmとアユに比べ小さいが、口は大きく、アルテミア幼生を活発に摂餌していた。ベヘレイのふ化飼育がワムシを使用しなくても良いことが確認されたので、今後ベヘレイの種苗生産を普及するうえでの朗報となる。また、稚魚の活力もアルテミア幼生で飼育した魚の方がワムシで飼育した魚より優れており、種苗の健苗性の向上に貢献すると思われる。

昭和62年度の試験では、アルテミア幼生の単独給餌による栄養障害が示唆された。そこで、ベヘレイの必須脂肪酸組成を調べる第1歩として、大豆油とイカ肝油によりアルテミア幼生を栄養富化して、その効果を調べた。今回の試験結果では、大豆油とイカ肝油の添加が優れている傾向が見られたが、配合飼料に油脂を添加してその効果を調べた別の試験(戸井田1989)では、大豆油の添加は成長と活力の点でイカ肝油を添加した区に劣っていた。これらのことから、ベヘレイは成長段階が異なると必須脂肪酸が変わるのか、または、ふ化後15日程度では卵からの必須脂肪酸で成長に支障ないのか判断できない。

なお、パン酵母と淡水産クロレラ、油脂酵母の3種を使用して培養したワムシを使用して、ふ化後20日まで飼育した試験では(岡・石崎 1981)、クロレラワムシが最も成長と生残率が良く、油脂酵母は劣っていたことから、ベヘレイ仔魚へのn-3HUFA添加は効果が少ないようである。

ベヘレイの必須脂肪酸解明のためには、もっと長時間の試験が必要であるが、配合飼料との併用給餌により無添加のアルテミア幼生で十分飼育可能であった。

要 約

1. ベヘレイの初期餌料としてワムシを使用せず、アルテミア幼生を使用した飼育を16tの水槽を使い量産規模で行った。
2. アルテミア幼生を使用した区は、成長、活力共にワムシ区よりも優れ、量産規模においても、ベヘレイの初期生物餌料としての有効性が再確認された。
3. アルテミア幼生の単独給餌では、大豆油又はイカ肝油の栄養富化が成長と活力の点で有効であった。

- 1) 岡 彬・石崎博美 1981: ベヘレイふ化仔魚の生残と成長, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 18, 46-48.
- 2) 戸井田伸一 1988: 微粒子飼料を用いたベヘレイ仔魚飼育試験-I, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 25, 43-45.
- 3) 戸井田伸一 1988: 微粒子飼料を用いたベヘレイ仔魚飼育試験-II, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 25, 46-49.
- 4) 戸井田伸一・城条義興 1989: ベヘレイ飼料への油脂添加試験, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告, 26,