

关于藤壶 II 期无节幼虫的饵料效果*

杨 森 林

(中国科学院南海海洋研究所)

佐藤英雄

平野礼次郎

(日本东京大学农学部附属水产实验所)

(日本东京大学农学部水产学科)

提 要

本文叙述了藤壶 II 期无节幼虫对星点东方鲀仔稚鱼的饵料效果的实验结果。

单独投与藤壶 II 期无节幼虫时,其饵料效果不太好。而当藤壶 II 期无节幼虫与其他饵料生物混合投饵时,效果较好,特别是与盐水丰年虫一起投饵,可得到更好的结果。

前 言

在海产鱼的种苗生产中,饵料浮游生物的投与方式,现在可以说已大致确立了。其饵料系列,按投与顺序为:牡蛎幼虫(或双壳贝幼虫)→盐水壶轮虫 *Brachionus plicatilis*→桡足类(天然采集浮游生物)→碎鱼贝肉或养鱼用配合饲料^[1]。桡足类作为轮虫之后的饵料是极为有效的,这已是毋庸置疑的事实。但是桡足类的大量培养技术,除 *Tigriopus japonicus* 外,尚未确立,主要还得依靠天然浮游生物的采集。因此,尚遗留着供给量不稳定和饵料浮游生物组成不一定的两个难题。另一方面,由于桡足类的世代交替长,产卵数又少,在实验中几乎没有被利用。取而代之,却使用着白纹藤壶 *Balanus albicostus* 及纵纹藤壶 *Balanus amphitrite* 的幼虫^[2]。

藤壶的种类和数量很多,产卵期也比较长,故得到无节幼虫比较简单。若需要大量的藤壶时,只要有计划地投放附着器,藤壶的采苗和育成是可能的。在水温高的南方海域,更可认为具有特别有利的条件。

藤壶幼虫首先作为饵料被使用是 1952 年的事,当时,八塚氏报告说^[7]:石蟹 *Caribdis japonica* 幼虫能用白纹藤壶幼虫及真牡蛎 *Crassostrea gigas* 幼虫饲养。

在鱼的场合,1959 年笠原氏等把藤壶幼虫作为黑鲷 *Mylio macrocephalus* 仔鱼的饵料首先进行了实验^[3]。其次,1960—1961 年平野氏在真鲷 *Pagrus major* 仔鱼的实验中^[4]、

* 对于在此项研究工作中给与热情指导并提供饵料生物的营养分析条件的清水千秋教授、福家真也助手、河野迪子、Soliman Hamed Abdel Rahman 诸氏,以及在实验工作中给予种种帮助的日本东京大学水产实验所的师生员工表示衷心的感谢。

藤田氏在虎鲀 *Fugu rubripes* 仔鱼的实验中^[5]分别用藤壶幼虫作为饵料。此外,濑户内海栽培渔业协会(伯方岛事业场)在1973年真鲷的种苗生产中,也使用了藤壶幼虫^[6]。上述实验中使用的都是刚刚孵化的I期无节幼虫。

然而,由于I期无节幼虫在水中孵化后2—3小时内就蜕皮变成II期无节幼虫,一天中必须每隔3小时左右就投入藤壶,以保持水中经常有I期无节幼虫^[2]。如果藤壳II期无节幼虫(以下简称II期幼虫)能用作饵料,则一天只投一次就行了。另一方面,藤壶幼虫变态成II期后,与I期比较,显著变大,形态方面侧角、附肢、胸腹突等都发达起来,于是曾经推测仔鱼捕食可能会变得困难^[8]。

所以,作者认为,关于II期幼虫作为仔稚鱼的饵料是否有效,特别是与轮虫、盐水丰年虫 *Artemia salina*、桡足类等饵料生物比较,II期幼虫的饵料效果究竟如何的问题,很有研讨的必要。

1980年5—9月在东京大学农学部附属水产实验所进行了下述的实验,现将其结果报告如下。

材料与方 法

1. 试验鱼

1980年6月26日在爱知县渥美町江比间得到的星点东方鲀 *Fugu niphobles* 雌亲鱼(体长10.4 cm、体重41 g),运回实验所后马上肌肉注射 puberogen(生殖腺刺激激素、三共脏器制品)200单位(注射液量0.2 ml),以促进生殖腺成熟。约24小时后,轻轻按压鱼腹得到了成熟的卵,就进行了人工授精(人工授精前体重47 g,授精后37 g,卵数约2万)。雄亲鱼不注射激素也能自然排精。使受精卵附着于大型玻璃培养皿的内壁,放入盛有干净海水的30升容积的圆形聚乙烯水槽,止水通气式,一天换水二次,直至卵孵化为止。受精卵正常发育,授精后6—7天孵化,孵化率约90%。

7月6日将孵化的仔鱼小心地移入0.5吨的聚乙烯圆形水槽饲养,初期饵料为真牡蛎的幼虫和用“绿水”(藻液)培养的盐水壶轮虫。7月16日,即孵化后10天时,再把仔鱼小心移入30升的圆形聚乙烯水槽中,每一水槽放养仔鱼100尾,移放当天还是和以前一样投与轮虫,从第二天起,开始饵料的实验。

2. 饵料

(1) II期幼虫 浜名湖(海水湖)中用作牡蛎养殖架的竹杆表面附着有大量藤壶,主

表1 藤壶I期无节幼虫至II期无节幼虫的变态速度(20°C)

藤壶种类	刚孵化后至孵化后三小时 I、II 期幼虫的%							
	刚孵化后		孵化后1小时		孵化后2小时		孵化后3小时	
	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)	I (%)	II (%)
纵纹藤壶	100	0	11	89	0	100	0	100
白纹藤壶	100	0	80	20	17	83	0	100

要种类是纵纹藤壶和白纹藤壶,将收集竹杆锯成适当长度,风干数小时后,放入盛有海水的水槽中,浸泡半小时左右,就有大量无节幼虫孵化出来,利用浮游生物网具和光线,把幼虫集中并使之与其他生物和杂物分开,然后用自动定量吸管取样,计数后再放置三小时,就可作为饵料使用。

(2) 轮虫 用“绿水”(小球藻)培养的盐水壶轮虫。

(3) 盐水丰年虫 美国产,把耐久卵放入海水中,通气 24—36 小时,孵化而得的幼虫。

(4) 桡足类 在 0.5—1 吨的聚乙烯圆形水槽中用“绿水”和面包酵母饲育而得的 *Tigriopus japonicus* Mori。

表 2 实验组和投饵量

实验组	饵料种类	实验期间的饵料种类及投放量	
		7月17日—7月24日	7月25日—7月31日
1	II 期幼虫	II 期幼虫 15—20 个/ml	II 期幼虫 20—25 个/ml
2	II 期幼虫 → 桡足类幼虫	II 期幼虫 15—20 个/ml	桡足类 1—1.5 个/ml
3	轮虫 → 桡足类幼虫	轮虫 20—25 个/ml	桡足类 1—1.5 个/ml
4	II 期幼虫 + 丰年虫幼虫	II 期幼虫 10—15 个/ml 丰年虫 1—1.5 个/ml	II 期幼虫 15—20 个/ml 丰年虫 1—1.5 个/ml
5	丰年虫幼虫	丰年虫 2—3 个/ml	丰年虫 3—3.5 个/ml
6	II 期幼虫 + 轮虫	II 期幼虫 10—15 个/ml 轮虫 5—10 个/ml	II 期幼虫 15—20 个/ml 轮虫 5—10 个/ml

3. 试验组

试验组的划分见表 2,其中试验组 3 为对照组,即目前一般采用的投饵方式。

预先没有进行投饵量的实验,但参考了已发表的有关资料^[9],另外根据饲育实验中仔鱼的摄食情况和第二天水槽中残饵量的多少,决定了本实验的投饵量。

4. 其他的条件

实验期间的水温为 22.8—28.0°C,30 立升水槽中止水通气式饲育,部分换水,日换水量为水槽水量的三分之一。海水盐度 28.0‰ 以上。另外,在水槽上方挂置若干萤光灯,作昼间辅助性照明,水面照度约 500—1000 Lux。

5. 取样和鱼体测量

从 0.5 吨聚乙烯水槽转移到 30 立升水槽前(孵化后第 10 天),任意取样 24 尾,立即用 1% 的 Urethane 麻醉后,测量体长(总长)和体重。饵料实验开始后,每天记录死亡的仔鱼数,并分别在第 15、18、22、25 天从各水槽取样,麻醉后测量体长和体重。

6. 饵料的营养分析

收集供试饵料生物,首先用自来水冲洗,然后用重蒸馏水充分冲洗干净,放入 -20°C 的低温冰箱中短时间冻结保存,后经冰冻干燥处理,试料含水量在1%以下,供分析之用。氮的定量,用 Weatherburn 的氮定量法进行;金属元素的定量,用 170—50 A 型原子吸收光度计进行分析;磷的定量,用 Chen et al 的方法进行;氨基酸的定量,用日立 KLA-5 型氨基酸自动分析器进行。

实验结果

星点东方鲀仔稚鱼的饵料实验结果见表3和表4,可以看到 II 期幼虫对星点东方鲀仔稚鱼的饵料效果不太好。与对照组相比存活率较低,体长和体重也都比对照组小。但是,当 II 期幼虫与其他饵料生物混合投与的场合,比单独投与 II 期幼虫时得到较好的效果,特别是 II 期幼虫和盐水丰年虫幼虫混合投饵的第 4 组,实验结束时,稚鱼的体长和体重都比对照组 3 的大,而且存活率也几乎与对照组一样高,这是很有意义的。

表3 星点东方鲀仔稚鱼饵料实验结果之一

实验组	饵料种类	水槽号	第 13—26 天的死亡数			各水槽的 死亡率(%)	各实验组的 死亡率(%)
			13-15	16-20	21-26		
1	II 期幼虫	1	0	25	5	30	24.3
		6	1	15	5	21	
		13	3	16	3	22	
2	II 期幼虫→桡足类	2	1	19	1	21	18.7
		7	2	14	0	16	
		12	1	17	1	19	
3	轮虫→桡足类	3	1	2	0	3	2.7
		10	0	0	1	1	
		16	0	2	2	4	
4	II 期幼虫+丰年虫	4	1	0	3	4	4.3
		9	0	2	1	3	
		14	1	1	4	6	
5	丰年虫	11	0	0	38	38	41.5
		15	0	0	45	45	
6	II 期幼虫+轮虫	5	0	3	8	11	9.0
		8	0	1	6	7	

表 4 星点东方鲀的饵料实验结果之二

实验组	孵化后第 10—25 天仔鱼的体长 (mm)					孵化后 10—25 天仔鱼的体重 (mg)				
	10	15	18	22	25	10	15	18	22	25
1	6.3±0.5	7.7±0.5	8.3±0.5	9.0±0.5	9.5±0.6	3.9±1.0	7.0±1.7	7.6±1.7	12.8±3.1	18.8±2.3
2	"	7.9±0.3	8.3±0.5	10.4±0.7	11.5±1.2	"	6.9±1.0	7.6±1.8	20.1±4.3	24.3±6.6
3	"	8.5±1.0	10.0±0.8	11.5±0.7	11.9±1.0	"	12.1±3.5	14.6±3.8	25.2±4.2	25.7±5.6
4	"	8.5±0.5	9.7±0.8	11.5±0.8	12.5±0.7	"	10.0±2.5	15.0±4.0	27.3±5.3	30.7±5.3
5	"	9.3±0.5	10.8±0.4	12.3±1.0	14.3±0.9	"	12.5±4.1	17.6±4.6	35.5±7.4	49.7±9.4
6	"	8.7±0.4	9.3±0.6	10.1±1.0	11.3±0.7	"	9.8±1.2	10.7±1.4	19.1±4.8	29.5±3.9

注: "±" 号后之数值为标准偏差。

用盐水丰年虫单独投饵的第 5 组, 实验结束时, 稚鱼的体长和体重都比其他试验组大很多。但是, 在连续投与丰年虫 10 天左右, 就开始发生稚鱼的大量死亡, 结果存活率是最低的。

供试的饵料生物的营养分析结果见表 5 和表 6。从分析结果看, 藤壶 II 期幼虫的 N 含量和氨基酸的组成及含量方面, 与其他饵料生物比较, 没有发现多大差异, 而 P 的含量及 Mg、Fe、Ca 等元素含量却比其他饵料生物的高, 因此, 至少可以认为, 藤壶 II 期幼虫的营养价值不会比其他饵料生物差。

表 5 饵料生物的营养分析结果之一

试料号	饵料生物种类	试料中的含量									
		N (μg/mg)	P (mg/g)	Na (mg/g)	K (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	Fe (mg/g)	Zn (mg/g)	Mn (mg/g)	Cu (mg/g)
1	纵纹藤壶 I 期幼虫	57.46	17.41	5.16	0.61	20.25	7.23	3.13	0.77	0.15	0.03
2	纵纹藤壶 II 期幼虫	79.30	28.97	5.46	4.46	21.56	9.66	1.32	0.64	0.12	0.03
3	白纹藤壶 I 期幼虫	65.86	14.81	26.87	1.25	7.48	10.47	1.74	0.90	0.10	0.03
4	白纹藤壶 II 期幼虫	79.46	27.03	2.83	6.71	16.65	10.83	0.89	0.65	0.05	0.02
5	丰年虫幼虫	79.92	13.78	15.06	14.12	0.99	2.87	0.30	0.20	0.01	0.01
6	桡足类幼虫	75.95	10.57	2.76	7.25	1.93	1.93	0.43	0.15	0.03	0.03
*	(用绿藻培养的) 轮虫		11.36	35.56	9.44	2.03	3.12	0.90	0.09	2.32	0.02

* 轮虫的分析数据是由清水千秋教授提供的。

表 6 饵料生物的营养分析结果之二

氨基酸的种类	各试料中的氨基酸含量 (μg/mg)					
	1*	2	3	4	5	6
赖氨酸	28.77	20.80	15.88	36.00	42.11	23.41
组氨酸	9.69	6.67	5.51	11.06	14.57	6.64
氨	12.69	8.66	6.95	14.32	15.51	9.47
精氨酸	28.57	24.84	17.75	40.45	43.29	27.50
天冬氨酸	39.40	27.51	21.43	48.86	48.46	35.17

续表

氨基酸的种类	各试料中的氨基酸含量($\mu\text{g}/\text{mg}$)					
	1	2	3	4	5	6
苏氨酸	22.22	14.75	13.04	24.99	25.83	17.76
丝氨酸	21.97	15.35	13.01	25.29	29.56	18.38
谷氨酸	55.52	41.03	31.34	56.51	65.05	48.62
脯氨酸	29.79	28.44	18.24	52.71	36.73	28.91
甘氨酸	23.35	20.95	15.90	35.85	30.82	24.17
丙氨酸	26.08	20.86	16.67	37.75	35.92	26.62
缬氨酸	23.81	16.13	13.50	27.34	27.38	18.75
蛋氨酸	2.58	3.32	2.17	4.21	8.07	2.04
异白氨酸	16.40	11.10	9.67	18.42	27.79	13.98
白氨酸	30.87	20.93	17.40	37.74	36.66	22.47
酪氨酸	14.49	10.46	9.91	16.49	18.21	14.15
苯丙氨酸	17.58	11.88	10.01	18.69	24.49	14.95

* 试料号同表5。

讨 论

1. 单独用 II 期幼虫饲养星点东方鲀仔稚鱼时,发现在第 4—7 天之间出现一批仔鱼死亡的现象。这种情况在本实验前进行的黑鯛仔鱼的饲养实验中看到了。能够考虑的原因可能有两方面:

其一,藤壶无节幼虫从 I 期变态至 II 期之后,因侧角、附肢和胸腹突等发达起来,使仔鱼难于捕食。从星点东方鲀孵化后第七天摄食试验的情况看(见表 7),此时仔鱼都已捕食了藤壶 II 期幼虫,其中吃得最多的仔鱼,在其消化管内找到了 28 个 II 期幼虫,仔鱼平均摄食 II 期幼虫 11.3 个/尾。但是,吞食的幼虫数在平均值以下的仔鱼却占 65.4%。这是否是因为捕食困难,除个体较大的仔鱼能捕食足够数量的 II 期幼虫外,大部分仔鱼

表 7 仔鱼摄食藤壶幼虫的试验结果

鱼种	孵化日期(月、日)	给食试验开始日期(孵化后第×天)	鱼体总长(mm)	藤壶(幼虫)种类	试验前绝食时间(时)	吃了藤壶幼虫的仔鱼(%)	仔鱼的平均口径(μ)*	吃了幼虫的仔鱼的最小摄食口径(μ)	一尾鱼吃的最高幼虫数(个)	每尾仔鱼吃幼虫的平均数	吃幼虫数在平均值以下的鱼(%)
黑鯛	5.21	第 12 天	5.3	纵纹藤壶	6	16.7	705	770	3	2	50
"	5.21	15	5.6	"	6	42.1	737	630	10	3.4	62.5
"	6.9	15	4.6	"	6	25.0	708	644	6	3.4	60
"	5.21	12	5.3	白纹藤壶	6	0	634				
"	5.21	15	5.9	"	6	6.3	780	896	2	2	
"	6.9	15	4.9	"	6	25.0	745	714	12	3.6	30
"	6.9	20	5.9	"	27.5	42.1	798	672	20	7.4	62.5
"	6.9	20	6.3	"	17.5	31.3	868	672	42	9.8	70
"	6.9	20	6.3	"	6	39.1	868	840	39	5.8	38.9
星点东方鲀	7.6	7	4.2	"	21	100	751	569	28	11.3	65.4

* 按照代田氏^[10]的方法进行了仔鱼口径的测定。

仍处于半饥饿状态，这种半饥饿状态持续下去，至第 4—7 日间发生一批仔鱼的死亡。这种现象在黑鲷的饲养实验中更加明显。从表 7 可知，黑鲷仔鱼的口径达到 650μ 左右时，就能捕食纵纹藤壶 II 期幼虫，然而，即使在第 15 天仔鱼平均口径达到 700μ 以上时，吞食了 II 期幼虫的仔鱼只不过占 25—42%，口径达到 700μ 左右时，可以认为已能吞食白纹藤壶 II 期幼虫，然而，即使仔鱼至孵化后第 20 天时，平均口径达到 800μ 左右时，也只有 30—40% 的仔鱼吞食了 II 期幼虫。所以大部分仔鱼往往是处于半饥饿状态。

其二，是消化的问题。投与饵料生物之后 2—3 小时，在解剖镜下检查仔鱼消化管的内容物，发现被吞食的轮虫和丰年虫的形状已经模糊不清，而藤壶 II 期幼虫的体形却还比较完整，容易识别。这是否可以认为藤壶幼虫在变态成 II 期幼虫之后，在体形变大的同时，甲壳也变厚了，这样就变得难于消化。

2. 作为星点东方鲀的饵料单独投与 II 期幼虫时，其饵料效果不太好。但若与其他饵料生物一起混合投饵时，却看到了相当好的效果。因此，藤壶幼虫作为一种辅助性饵料被利用的可能性是存在的。特别是与丰年虫共同投与的场合，仔稚鱼的存活率高，体长和体重都超过对照组，在实验结束之前也未出现大量死亡的现象。更值得注意的是，第 4 组的丰年虫投量只有第 5 组丰年虫投量的 $1/3$ — $1/2$ ，却得到了非常好的结果。因此，当种苗生产中轮虫和桡足类不足时，采用藤壶幼虫（包括 I II 期无节幼虫）与丰年虫混合投饵的方式，既可节省丰年虫的用量，又可克服（或缓解）单独投与丰年虫而出现的大量死亡之弊病。可以认为具有一定的实用价值。

连续单独投与丰年虫至一定时间后，会发生仔稚鱼大量死亡的现象，这早已被很多研究者指出了，著者在实验中也看到了同样的现象，一般在一周之后，稚鱼体色变浅，说明色素减少，稚鱼的活力也变弱，随即死亡个体增加。而 II 期幼虫与丰年虫混合投饵的第（4）组，这种现象却完全没有出现。因此，是否可以认为丰年虫幼虫的营养方面的缺陷，通过与 II 期幼虫混合投饵的方式能够克服，这一点是很有意义的。

参 考 文 献

- [1] 平野礼次郎, 1978. 对话“海産魚の稚仔魚飼育”—その研究の現状と問題點一。海洋科学, 10(9):705—712。
- [2] 平野礼次郎, 1970. 海産魚とくにクロダイの種苗生産。化学と生物, 8(6):345—350。
- [3] 笠原正五郎ら, 1960. クロダイ人工孵化仔魚の飼育とその成長について。日本水産学会誌, 26(3):239—243。
- [4] 平野礼次郎, 1963. 種苗生産用飼料の問題点—マダイを中心として。水産増殖臨時号 2:93—99。
- [5] 藤田矢郎, 1962. トラフグの人工受精と仔魚育成—預報。水産増殖, 10(1):15—22。
- [6] 日本水産学会編「稚魚の摂食と发育」68。
- [7] 八塚 剛, 1952. イシガニ幼生の變態成長について, 日本水産学会誌, 17(11):353—358。
- [8] 平野礼次郎ら, 1963. 海産動物幼生の飼育とその餌料について, 日本水産学会誌, 29(3):283—297。
- [9] 山口正男, 1978. 「タイ養殖の基礎と実際」。
- [10] 代田昭彦, 1970. 魚類稚仔期の口径に関する研究, 日本水産学会誌, 36(4):353—368。
- [11] 渡边 武, 1978. 仔稚魚用生物餌料の栄養価, 海洋科学, 10(9):740—758。

FOOD VALUE OF THE SECOND STAGE NAUPLIUS OF THE *BALANUS*

Yang Miaolin

(*Nan Hai Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Hideo Sato

(*Fisheries Experimental Station, Faculty of Agriculture, University of Tokyo*)

Reijiro Hirano

(*Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, University of Tokyo*)

Abstract

The food value of the second stage nauplius of *Balanus* for feeding larvae and juveniles of a puffer fish *Fugu niphoble* is described here.

If the second stage nauplius of *Balanus* is used alone, the effect seemed not obvious, but if mixed with other food organisms especially with brine shrimp *Artemia salina*, the result was excellent.