

温度对黄盖鲈仔鱼生长、发育、 摄食及 PNR 的影响*

周勤

(中国水产科学研究院北戴河中心实验站, 066100)

王迎春 苏锦祥

(上海水产大学渔业学院, 200090)

摘要 对黄盖鲈(*Limanda yokohamae*)仔鱼生长、发育、摄食及 PNR 的研究结果表明: 在 10.5-19℃ 范围内, 温度对其卵黄囊期仔鱼的生长基本上无影响, 不适当地升高温度对卵黄耗尽至变态期之间仔鱼的生长不利, 较高的温度可促进仔鱼的发育使之提早进入变态期, 10 日龄内过高的升温可明显增加仔鱼的死亡率与畸形个体数。黄盖鲈仔鱼在 20 日龄以内的摄食无明显节律性; 温度对近变态期以前仔鱼在 10:00-14:00 之间的摄食强度基本上无影响, 仔鱼的摄食强度随日龄的增加而逐步增加; 适宜的轮虫投喂密度在 10 日龄内为 10 个/ml, 15-20 日龄为 20 个/ml。黄盖鲈仔鱼的混合营养期很短, 约在 24 小时以内; 仔鱼开口摄食期为孵化后 4-6 日; 升温可使饥饿仔鱼提早进入 PNR。

关键词 温度, 黄盖鲈, 生长发育, 摄食, PNR

黄盖鲈属鲈科的冷温性鱼类, 广泛分布于日本、朝鲜沿海及黄、渤海, 其生活在沿岸 100m 深以内的泥沙底海中, 具有地方种群多、洄游范围小、适应能力强、耐低温、底栖杂食性等特性。

在黄盖鲈苗种培育中, 仔鱼阶段是一个非常关键的时期。由于仔鱼的各种器官系统、生理机能均处于形成、发育和完善过程中, 因此仔鱼对环境因子的变化非常敏感, 环境因子对仔鱼的生长、发育及摄食等有关非常重要的影响, 其中温度是一个重要的因子。有关温度对黄盖鲈仔鱼生长的影响只有毕庶万等^[1]和陆谷一马^[8]在有关论文中作过一些报道, 但迄今未见温度对黄盖鲈仔鱼的摄食节律、PNR 及投饵密度等方面影响的报道。本文深入研究了温度对黄盖鲈仔鱼生长、发育及摄食的影响, 为完善其育苗技术提供了依据。

收稿日期: 1997-07-02。

* 本研究为国家自然科学基金资助项目, 编号: 39470556。

1 材料与方 法

1.1 材 料

实验于 1996 年 4-5 月在中国水产科学研究院北戴河中心实验站进行。实验用仔鱼为室内人工育苗所得,仔鱼饵料为小球藻和鲜酵母混合培养的褶皱臂尾轮虫,海水盐度为 30.0, pH8.0-8.3,光照为室内散射自然光,白天水面光照度为 200-300lx,水表层光照度为 50-100lx,水底光照度为 50-80lx。

1.2 方 法

1.2.1 分组 共分四个温度梯度组。I 组水温自然变动,其余三组采用电加热棒和控温仪控制水温。I 组:10.5-15.5℃, $\bar{t}_I = 13.13 \pm 1.6^\circ\text{C}$; II 组:13-18℃, $\bar{t}_{II} = 15.22 \pm 1.7^\circ\text{C}$; III 组:15-18.5℃, $\bar{t}_{III} = 16.53 \pm 1.6^\circ\text{C}$; IV 组:17-19℃, $\bar{t}_{IV} = 18.1 \pm 2.0^\circ\text{C}$ 。

1.2.2 生长测定 仔鱼培育在 2T 玻璃钢水槽中,每日投饵 2-3 次,吸污一次,换水一次,换水量为 1/3-1/4。自初孵开始每隔 5 日从各组随机取 15-20 尾仔鱼,在放大 20 倍的投影仪上测体长与体高,为避免仔鱼饱食与饥饿状态下体高的误差,选仔鱼体腔最后端进行体高测定。

1.2.3 摄食测定 自 5 日龄开始,每隔 5 日测定一次,至 20 日龄结束。每次测定时间 24h (从 6:00 至次日 6:00 结束),每 4h 为一时区,其中 06:00-18:00 为昼时区,18:00-06:00 为夜时区。实验在 500ml 广口瓶中进行,随机取预先空腹的仔鱼 15 尾,投饵 4h 后取出制成临时装片,在解剖镜下检查仔鱼消化道中轮虫咀嚼器的个数,以此计算该时区的摄食强度与摄食率。自 6 日龄起,每隔 2-4 日测一次仔鱼在不同温度下 10:00-14:00 时区的摄食强度,至 20 日龄结束;自 6 日龄起,每隔 5 日测一次仔鱼在不同投饵密度下 10:00-14:00 时区的摄食强度,至 20 日龄结束,以此确定该日龄的适宜投饵密度。

1.2.4 不可逆点(PNR 即 the point of no return)测定 PNR 是仔鱼耐受饥饿的时间临界点。饥饿仔鱼至该点时,尽管还能生活一段时间,但仔鱼已虚弱得不可能再恢复摄食能力。以孵化后日龄表示,当所测定的饥饿仔鱼的摄食率低于最高初次摄食率的一半时,即为 PNR^[14]。

每个温度组各用一个 10 000ml 广口瓶放入 300 尾初孵仔鱼,不投饵,自 3 日龄开始每天 10:00 从各组取 20 尾分别放入 500ml 烧杯中,投喂轮虫,至 14:00 取出。在解剖镜下检查仔鱼消化道,计算各组摄食仔鱼的百分数,并确定初次摄食及最高初次摄食率日龄得出 PNR 时间。

2 结 果

2.1 黄盖鲮仔鱼的生长变化 由表 1 可见,各组 5 日龄以内仔鱼体长与体高的相对日增长率均达最高且各组间相差不多;5-10 日龄之间各组仔鱼体长与体高的相对日增长率均降至最低;10-15 日龄间各组仔鱼体长与体高的相对日增长率开始升高;15-20 日龄间 II、III、IV 组体长的相对日增长率均继续升高且显著高于 I 组, I 组稍有下降, II、III、IV 组体高的相对日增长率均有大幅度升高,其中 IV 组升高最大且达最高,而 I 组升高很小;20-23 日龄间 II、III、IV 组的体长相对增长率均有大幅度下降,而 I 组有所升高,这时 4 个组体长的相对日增长率差不多,体高的相对日增长率在 I 组却有大幅度升高,而 II、III、IV 组均有所下

降,其中Ⅳ组下降最大。

表1 不同温度对黄盖鲹仔鱼生长的影响

Table 1 Effect of different water temperature on growth of larval *Limanda yokohamae*

日龄 Age in days	I组 Group I		II组 Group II		III组 Group III		IV组 Group IV		
	A (mm)	B (%)	A (mm)	B (%)	A (mm)	B (%)	A (mm)	B (%)	
体长 Body length	5日龄	0.449	18.4	0.461	18.9	0.439	20.1	0.455	18.2
	10日龄	0.077	1.6	0.014	0.3	0.01	0.2	0.038	0.8
	15日龄	0.125	2.4	0.049	1	0.125	2.7	0.08	1.6
	20日龄	0.112	2.0	0.260	5.2	0.275	5.3	0.295	5.6
	23日龄	0.165	2.6	0.234	3.5	0.222	3.2	0.227	3.2
体高 Body height	5日龄	0.0134	10.5	0.0120	9.4	0.0116	9.1	0.0108	8.4
	10日龄	0.0008	0.4	0.0012	0.6	0.0005	0.3	0.0055	3
	15日龄	0.0170	8.4	0.0057	2.7	0.0200	0.7	0.0170	7.9
	20日龄	0.0240	9.0	0.0617	28.3	0.0790	29.3	0.1498	53
	23日龄	0.1050	25.5	0.1590	27.1	0.1550	20.9	0.1050	8.9

A: 平均日增长 Daily absolute growth of body length(mm) B: 相对日增长率 Relative daily increment rate (%)

据对各组仔鱼的观察:Ⅳ组在19日龄进入变态期;Ⅱ、Ⅲ组在21日龄进入变态期;Ⅰ组在23日龄开始进入变态期。

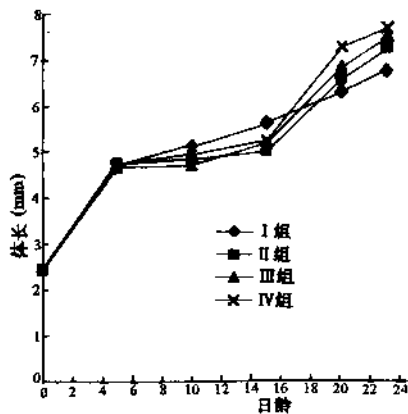


图1 不同温度对黄盖鲹仔鱼体长的影响

Fig.1 Effect of different water temperature on body length of larval *Limanda yokohamae*

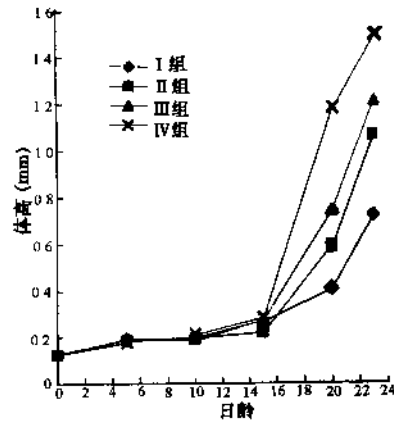


图2 温度对黄盖鲹仔鱼体高的影响

Fig.2 Effect of different water temperature on body height of larval *Limanda yokohamae*

对以上结果分析认为:5日龄以内仔鱼依靠卵黄进行内源性营养,营养充足,所以各组均有18%以上极高的相对日增长率,5日龄内各组相对日增长相差不多,说明在10.5-19℃范围内,温度对卵黄囊期仔鱼的生长基本上无影响。较高的温度可促进仔鱼发育,使之提早进入变态期,并可促进变态期仔鱼的生长。但升温越高的组,10日龄以后仔鱼的死亡率越高,畸形个体也越多。

由图1可见,黄盖鲹仔鱼体长的生长可分为三个期相:初孵至卵黄耗尽之间的快速生长;卵黄耗尽至接近变态期之间的慢速生长;此后的快速生长。由图2可见,仔鱼体高的生

长可分为二个期相:近变态期以前的慢速生长和此后的快速生长。由图 1 亦可见在体长生长的第二个期相中,升温各组的体长生长不如自然温度下的 I 组好,说明在 10.5-19℃ 范围内,不适当的升温不利于卵黄耗尽至近变态期之间仔鱼体长的生长,但对同期体高生长的影响不大。

对 23 日龄时各组仔鱼体长与体高进行了方差分析,结果表明:各组体长间有极显著差异($P < 0.01$),各组体高间亦存在极显著差异($P < 0.01$),说明在 10.5-19℃ 范围内,水温对仔鱼生长有极显著影响。Duncan 多范围检验结果表明:体长在 I 组与 III、IV 组间存在极显著差异,在 II 组与 I、IV 组间存在显著差异;体高在 I 组与 II、III、IV 组间,IV 组与 II、III 组间均存在极显著差异。II 组与 III 组间在体高与体长上均无显著差异,说明 II 组与 III 组间的温差不足以造成仔鱼生长上的显著差异。

表 2 不同温度对黄盖鲈仔鱼摄食节律的影响

Table 2 Effect of different water temperature on feeding rhythm of larval *Limanda yokohamae*

组别 Groups	时区 Times	5 日龄 Age in 5 days (投喂轮虫 5 个/ml) ^①			10 日龄 15 日龄 Age in 10 days (投喂轮虫 10 个/ml) ^②			15 日龄 Age in 15 days (投喂轮虫 15 个/ml) ^③			20 日龄 Age in 20 days (投喂轮虫 20 个/ml) ^④		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
		(个/4h)	(个/h)	(%)	(个/4h)	(个/h)	(%)	(个/4h)	(个/h)	(%)	(个/4h)	(个/h)	(%)
I 组 Group I	06:00-10:00	3	0.75	18.75	9	2.25	21.95	17	4.25	18.48	22	5.50	18.97
	10:00-14:00	2	0.50	12.50	10	2.50	24.39	19	4.75	20.65	25	6.25	21.55
	14:00-18:00	5	1.25	31.25	8	2.00	19.51	26	6.50	28.26	37	9.25	31.90
	18:00-22:00	3	0.75	18.75	9	2.25	21.95	22	5.50	23.91	17	4.25	14.66
	22:00-02:00	2	0.50	12.50	2	0.50	4.88	2	0.50	2.17	1	0.25	0.86
02:00-06:00	1	0.25	6.25	3	0.75	7.32	6	1.50	6.25	14	3.50	12.07	
II 组 Group II	06:00-10:00	6	1.50	20.69	7	1.75	20.00	19	4.75	27.90	31	7.75	22.63
	10:00-14:00	8	2.00	27.50	9	2.25	25.71	15	3.75	22.10	38	9.50	27.74
	14:00-18:00	6	1.50	20.69	10	2.50	28.57	19	4.75	27.90	33	8.25	24.09
	18:00-22:00	3	0.75	10.34	7	1.75	20.00	10	2.50	14.70	21	5.25	15.33
	22:00-02:00	3	0.75	10.34	1	0.25	2.86	0	0	0	2	0.50	1.46
02:00-06:00	3	0.75	10.34	1	0.25	2.86	5	1.25	7.30	12	3.00	8.76	
III 组 Group III	06:00-10:00	6	1.50	23.08	5	1.25	12.50	3	0.75	6.67	19	4.75	11.95
	10:00-14:00	4	1.00	15.38	10	2.50	25.00	9	2.25	20.00	31	7.75	19.50
	14:00-18:00	7	1.75	26.92	11	2.75	27.50	20	5.00	44.44	45	11.25	28.30
	18:00-22:00	5	1.25	17.24	9	2.25	22.50	6	1.50	13.33	34	8.50	21.38
	22:00-02:00	2	0.50	7.69	1	0.25	2.50	0	0	0	2	0.50	1.26
02:00-06:00	2	0.50	7.69	4	1.00	10.00	7	1.75	15.56	28	7.00	17.61	
IV 组 Group IV	06:00-10:00	6	1.50	28.75	12	3.00	20.00	5	1.25	11.63	24	6.00	14.20
	10:00-14:00	5	1.25	23.81	9	2.25	15.00	4	1.00	9.30	37	9.25	21.89
	14:00-18:00	3	0.75	14.29	17	4.25	28.33	21	5.25	48.84	57	14.25	33.73
	18:00-22:00	3	0.75	14.29	17	4.25	28.33	7	1.75	16.28	30	7.50	17.75
	22:00-02:00	3	0.75	14.29	0	0	0	0	0	0	1	0.25	0.59
02:00-06:00	1	0.25	4.76	5	1.25	8.33	6	1.50	13.95	20	5.00	11.83	

A: 摄食强度 Feeding intensity (No./4h) B: 摄食率 Feeding rate (%) C: 相对摄食强度 Relative feeding intensity (No./h)
^①feed rotifer(5/ml) ^②feed rotifer(10/ml) ^③feed rotifer(15/ml) ^④feed rotifer(20/ml)

2.2 黄盖鲈仔鱼的摄食节律 由表 2 可见,各组在白昼总的相对摄食强度一般在 60% 以上,白昼各时区一般均有较高的摄食强度;黄昏和黎明亦有一定的相对摄食强度,但由于在 22:00-02:00 之间仔鱼基本上不摄食而使整个夜晚总的相对摄食强度下降至占全天的 40% 以下。5 日龄时各组仔鱼在 22:00-02:00 时区有一定的摄食强度是由于当晚育苗室忘记关灯造成,这也说明仔鱼在深夜基本上不摄食主要是由于光照度低于仔鱼摄食的临界光照度而不能对食饵产生视觉反应并摄食的缘故,如果给予适当光照,仔鱼在深夜仍有一定的

摄食。

由图3可见,不同日龄仔鱼在10:00-14:00之间的摄食强度,各组在16日龄以前的摄食强度基本上差不多,且均随日龄的增加而逐步增加;18日龄时,IV组>II组≈III组>I组,IV组仔鱼的摄食强度显著高于其他三组;20日龄时,II、III、IV组的摄食强度基本相同且显著高于I组。分析认为18日龄及20日龄摄食强度明显增加的各组仔鱼进入或接近变态期,生长明显加快,因此对饵料的需求也明显增加所致,这时仔鱼摄食能力增加、消化道容量增加、消化吸收能力亦增强。

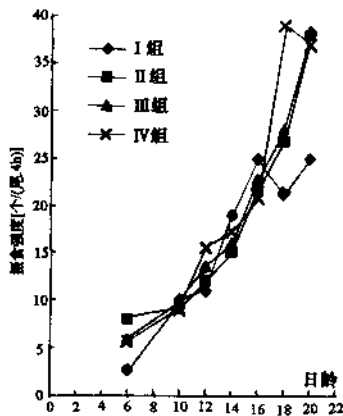


图3 不同温度对黄盖蝶仔鱼摄食强度的影响
Fig.3 Effect of different water temperature on feeding intensity of larval *Limanda yokohamae*

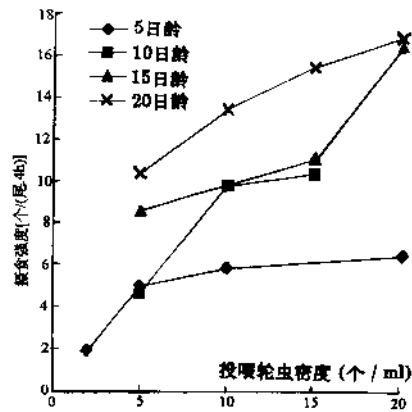


图4 不同投饵密度对黄盖蝶仔鱼摄食强度的影响
Fig.4 Effect of different feeding density on feeding intensity of larval *Limanda yokohamae*

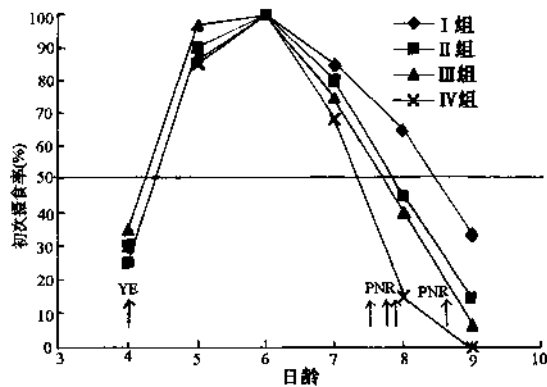


图5 不同温度对黄盖蝶饥饿仔鱼初次摄食率(%)的影响
Fig.5 Effect of different water temperature on first feeding rate(%) of starving larval *Limanda yokohamae*
(水平线示1/2最高初次摄食率;YE为卵黄耗尽;PNR为不可逆点)

由图4可见,所测定的4个日龄仔鱼的摄食强度均随投饵密度的增加而增加;在相同投饵密度下,摄食强度随日龄的增加而增加。5日龄时5个/ml的轮虫投饵密度较好,而10个/ml和20个/ml的投饵密度并未显著提高仔鱼的摄食强度,但2个/ml的投饵密度则会显著降低仔鱼的摄食强度。10日龄时,10个/ml的轮虫投饵密度较合适,5个/ml的投饵密度则

会显著降低仔鱼的摄食强度。15-20 日龄时,20 个/ml 的投饵密度较合适,但这时仔鱼对较低的投饵密度亦会有较强的摄食强度,说明仔鱼的摄食能力明显增强。

2.3 PNR 的测定结果 由图 5 可见,3 日龄时各组仔鱼均未摄食;4 日龄时各组均有少量个体开口摄食,摄食个体在 20-35% 之间;5 日龄时各组摄食个体均达 85% 以上;6 日龄时各组均达最高初次开口摄食率且均为 100%。由此可知,黄盖鲮仔鱼的开口摄食期为 4-6 日龄;7 日龄时各组初次摄食率均下降;8 日龄时 II、III、IV 组的初次摄食率降至最高初次开口摄食率的一半以下,表明这三组仔鱼在 8 日龄时达不可逆点;9 日龄时 I 组的初次开口摄食率降至最高初次开口摄食率的一半以上,表明这组在 9 日龄时达不可逆点。各组的 50 尾自孵出后一直未投饵的饥饿仔鱼全部死亡时间 I 组为 13 天,II 组为 11 天,III 组为 10 天,IV 组为 9 天。据观察各组仔鱼均在 3 日龄时开口并建立巡游模式,但肛门未开通;4 日龄时各组仔鱼卵黄均耗尽,消化道完全开通,各组均有少量仔鱼开口摄食。因此,其混合营养期很短,约在 24h 以内。分析认为:温度对 PNR 的出现有影响,在混合营养期以前升温超过 5℃ 的 II、III、IV 组仔鱼均比在混合营养期以前升温低于 5℃ 的 I 组提早 1 日抵达 PNR,说明开口期以前的高升温可促使仔鱼提早抵达 PNR。

3 讨论

我们认为在人工育苗中黄盖鲮仔鱼的体长生长三个期相中,初孵至卵黄耗尽之间的仔鱼(即卵黄囊期仔鱼)由于有卵黄供给营养,即内源性营养,因此出现体长的快速生长。卵黄耗尽至接近变态之间的慢速生长,主要是由于该阶段前期仔鱼面临着由内源营养向外源营养的过渡,视觉器官处于发育、完善过程中,因此摄食成功率不高,而此时消化系统亦处于发育、完善过程中,消化器官的结构很不完善,消化与吸收机能很低,营养供应水平不高,仔鱼体内贮存和消化吸收的营养物质与能量主要用于提高活动水平、搜索和摄取食饵对象,从而减少了用于生长的部分,因此生长缓慢^[4,5]。若此时饵料不适口或不足,则可能出现 Farris^[11]所说的不能建立外源营养的负生长期,最后导致仔鱼达不可逆点,出现大量死亡。所以,在人工育苗中在混合营养期开始时应及时供给仔鱼适宜的开口饵料,以避免出现不能建立外源营养的负生长期。慢速生长的后期,仔鱼的运动能力增强,视觉器官及神经系统进一步发育完善,摄食成功率大大提高,同时消化系统的结构与机能进一步完善,增强了消化与吸收能力,因此生长逐步加快。

对 10 日龄之前黄盖鲮仔鱼不适当地升温,明显地不利于该阶段仔鱼体长的生长,并会造成 10 日龄后仔鱼死亡率的升高和出现较多的畸形个体,但能促进仔鱼提早进入变态期。我们认为在仔鱼早期过高升温造成上述情况,主要是由于黄盖鲮属冷温性鱼类,对低温有较好的适应性,过高的升温提高了仔鱼的新陈代谢水平和活动耗能;而 10 日龄内仔鱼的消化系统发育还很不完善,分泌的消化酶很少,仔鱼对饵料的消化主要依靠食饵死亡后自身的分解作用,这时在不适宜的升温影响下,肠道蠕动加快,加速了食饵通过肠管的时间,缩短了食饵在肠管内消化分解的时间,以至于有的轮虫还未充分消化分解就被排出;而升温并未提高同期仔鱼的摄食强度。此外,黄盖鲮仔鱼的混合营养期很短在 24h 以内,摄食实验表明大部分仔鱼不能在混合营养期内建立外源营养而要遭受 1-2 日的饥饿,这时如果再处于较高的水温下而增加其代谢及活动耗能会使其体质下降甚至蒙受进展性饥饿,造成高温组以后死亡率的增加。但升温能促进细胞分裂,因此对仔鱼发育有促进作用,使仔鱼提早进入变态

期,但较高温度下提早进入变态期的仔鱼体长相对较小。至于过高升温提高仔鱼畸形率的原因,分析认为可能与升温干扰了仔鱼内分泌有关。建议在黄盖鲈人工育苗中,10日龄以前不要人为升温,让水温自然变动即可;10日龄以后可以每天升温0.5-1℃至18-20℃。

仔鱼初次摄食所要求饵料临界密度是存活的关键之一^[6,7]。这是因为只有保证一定的食饵密度才能使仔鱼和食饵相遇,引起仔鱼的摄食反应,并使摄食效率不断提高,以保证发育和生长的营养需要。从我们所做的饵料密度实验可以看出,仔鱼开口以后在不同日龄所要求饵料的适宜密度是不同的,饵料的适宜密度随日龄增加而增加,饵料密度过低会显著降低仔鱼的摄食强度,增加仔鱼寻食所做的运动,消耗过多的能量。过高则会恶化水质,同时这些过剩轮虫被小球藻强化的效果在经过一段时间后也会大大减弱,如再被仔鱼摄食则会造成仔鱼营养缺乏。毕庶万^[2]认为仔鱼开口后开始按3-6个/ml的密度投喂贻贝幼体,3-4日后按2-5个/ml的密度投喂轮虫。据我们对实验结果的分析认为,黄盖鲈仔鱼刚开口时似乎没有必要投喂贻贝幼体,开口后直接投喂轮虫即可,但考虑到黄盖鲈仔鱼刚开口时活动能力较差,口裂较小,摄食能力不强,可用细筛绢捞取较小的轮虫投喂,以提高仔鱼的开口摄食率,增加摄食成功的机会。此外,鱼类的摄食分为白天摄食、夜晚摄食、晨昏摄食和无明显节律四种类型^[12]。我们认为:在10.5-19℃范围内,温度对黄盖鲈仔鱼的摄食节律无显著影响,20日龄内的黄盖鲈仔鱼属无明显摄食节律性。根据这个特点,建议每天5:00、9:00、13:00、17:00各投饵一次,这样较符合其摄食节律的特点。傍晚开灯至21:00时,保持育苗池水中光照度在40-60Lx以便于仔鱼摄食,21:00时以后关灯,使仔鱼有足够的休息时间;早晨自然散射光一般可满足仔鱼摄食需要。

一般仔鱼抵达PNR的时间与温度等相关,温度低,代谢速度慢,该点出现就晚。相反,则出现早^[4,5]。我们的实验结果与之基本相符,在4个温度组中,温度最低的自然温度组较其它各组晚1日抵达PNR,但升温各组均在同1日抵达PNR,这也说明了在10日龄以内不适当的升温会加速仔鱼的消耗,对仔鱼造成不利的影响。

参 考 文 献

- [1] 毕庶万,1989。几个生态因子对黄盖鲈的影响。生态学杂志,8(5):19-21。
- [2] 毕庶万,1991。黄盖鲈育苗设置及育苗技术条件的研究。海洋学报,3(3):417-423。
- [3] 罗秀婉,1986。成鱼及稚鱼的消化系统。台湾水产饲料之研究与发展(下册)。台北。
- [4] 殷名称,1991a。海鲈卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长。海洋与湖沼,22(6):554-560。
- [5] 殷名称,1991b。鱼类早期生活史研究与进展。水产学报,15(4):348-355。
- [6] 殷名称,1995。鱼类仔鱼的摄食和生长。水产学报,19(4):397-341。
- [7] 殷名称,1995。鱼类生态学。农业出版社(北京)。
- [8] 睦谷一马等,1988。人工饲养におけるマコガレイ仔稚魚の成長変態について。水产増殖,36(1):27-32。
- [9] 睦谷一马,1989。低水温におけるマコガレイ仔魚の成長と行動について。水产増殖,37(3):187-190。
- [10] 南卓志,1981。マコガレイの初期生活史。日水志,47(11):1411-1419。
- [11] Farris, D. A., 1959. A change in the early growth rate of four larval marine fishes. *Limnol. Oceanogr.*, 4: 29-36.
- [12] Helfman G. H., 1986. Fish behaviour by day, night and twilight. In: *The Behaviour of Teleost Fishes*. Tong J. Pitchered. Baltimore Maryland. The Johns Hopkins University Press, 366-387.
- [13] Yin, M. C. and J. H. S. Blaxter. 1986. Morphological changes during growth and starvation of larval cod (*Gadus morhua* L.) and flounder (*Platichthys flesus* L.). *J. Exp. mar. Biol. Ecol.*, 104: 215-228.

- [14] Yin, M. C. and J. H. S. Blaxter, 1987. Feeding ability and survival during starvation of marine fish larvae reared in the laboratory. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 105: 72 - 83.

EFFECTS OF WATER TEMPERATURE ON THE GROWTH, DEVELOPMENT, FEEDING AND PNR OF LARVAL MARBLED (*LIMANDA YOKOHAMAE*)

Zhou Qin

(Beidaihe Fisheries Experiment Center, Chinese Academy of Fisheries Sciences, 066100)

Wang Yingchun Su Jinxiang

(Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT This paper deals with the effects of different water temperature on growth, development, feeding, PNR of larval *Limanda yokohamae*. The results are as follows:

The water temperature ranging from 10.5 to 19°C has no influence on growth of yolk-sac larvae of *Limanda yokohamae*. The rational high water temperature can accelerate the development of larvae, this made the larvae enter transformation phase earlier. The irrational high water temperature has unfavorable effect on larval development between yolk exhaustion phase and transformation phase. The mortality and the number of abnormal larvae increased because of the irrational high water temperature in the first ten days. The feeding of larvae in the first twenty days shows no obvious rhythm. The feeding intensity was not affected by water temperature from 10:00 to 14:00 before transformation phase. The feeding intensities of larvae increased with the development procedure. The suitable density of the *Brachionus plicatilis* was 5 - 10/ml in the first 10 days and 20/ml in the 10 - 20 days. The larvae have only 24 hours in mixing feeding phase. The larva was found to feed on the fourth day and the highest feeding rate was on the sixth day. The more higher temperature can make larvae reach PNR in advance.

KEY WORDS Water temperature, *Limanda yokohamae*, Growth and development, Feeding, PNR