

# 光照对黄盖鲈仔鱼生长、发育及摄食的影响

王迎春 苏锦祥

(上海水产大学渔业学院, 200090)

周 勤

(中国水产科学研究院北戴河中心实验站, 066100)

**摘 要** 光照对黄盖鲈仔鱼的生长、发育及摄食有显著影响, 各组仔鱼的体长与体高在 20 日龄时均产生了极显著的差异; Duncan 多范围检验表明: 40~ 60 lx 光照度下仔鱼生长最好; 在 40~ 7000 lx 范围内随光照度的增强, 生长则变差, 存活率下降, 畸形个体增加。黑暗条件下及 3~ 6 lx 条件下的仔鱼在 12 日龄时全部因饥饿而死亡。在卵黄囊期的各组仔鱼不受外界环境影响, 生长情况近似。40~ 7000 lx 光照度之间的 5 组在 4 日龄至 20 日龄之间体长与日龄表现为直线关系, 体高与日龄表现为指数函数关系。仔鱼的摄食强度(10:00~ 14:00)在 40~ 7000 lx 范围内随光照度增强而减弱。18:00~ 22:00 时区之间如给以适当光照, 则仔鱼亦会有相当的摄食强度。黄盖鲈仔鱼在 20 日龄以内的适宜水中光照度为 40~ 600 lx。

**关键词** 黄盖鲈, 仔鱼, 光照, 生长, 发育, 摄食

黄盖鲈(*Limanda yokohamae*) 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 100 m 深以内的泥沙底海中, 是许多地区近海渔业的主要种类, 具有一定的经济价值。黄盖鲈具有地方种群多、洄游范围小、适应能力强、耐低温、底栖杂食性等良好的品质, 在开展近海增殖时不存在越冬和效益外流问题。

在鱼类苗种培育中, 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, 光照对仔鱼的生长、发育及摄食等有着非常重要的影响。但迄今亦未见有关光照对黄盖鲈仔鱼生长、发育及摄食方面的报道。本文研究了光照对黄盖鲈仔鱼生长、发育及摄食的影响, 为完善黄盖鲈育苗技术提供了依据。

## 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。所用海水盐度为 30.02; pH 8.0~ 8.3; 水温为 11~ 15.5℃, 平均为 13.67℃。

仔鱼饲养在 4500 mL 的玻璃水族箱中, 用充气泵进行微充气。每天吸去水底污物并换水 1/4~ 1/5; 每天投饵 2~ 3 次。

## 1.2 方法

### 1.2.1 分组

光照采用 2 只 40 W 日光灯为光源,于暗室内设置 7 个光照度梯度:iv 组为 40~60 lx,⑦组为 400~600 lx,⑥组为 1 400~1 600 lx,⑤组为 2 500~3 500 lx,④组为 5 000~7 000 lx,v 组为全黑,x 组为 3~6 lx。光照度计为上海嘉定学联仪表厂生产的 JD-1A 型,所测光照度为饲养水中的。每天光照时间为 6:00~18:00。

### 1.2.2 生长和发育的观察与测定

每天观察并记录各组仔鱼的形态与行为。从初孵至 20 日龄每隔 2 天分别从各组随机取 20 尾仔鱼,在放大 20 倍的投影仪上测量仔鱼的体长、体高、眼径及口宽,为避免仔鱼在饱食与饥饿状态下体高的误差,选定了仔鱼体腔最后端体高进行测定。

### 1.2.3 摄食测定

自 6 日龄起,每隔 3 天测定一次各组仔鱼在 10:00~14:00 时区的摄食强度。测定时各组先准备好空腹仔鱼 15~20 尾,10:00 时投喂轮虫,14:00 取出仔鱼在解剖镜下检查其消化道内轮虫咀嚼器的个数,由此确定每尾仔鱼摄食轮虫的个数,并计算各组仔鱼在该时区的摄食强度及摄食率。同时,自 6 日龄起,每隔 3 天测定一次在全黑和 200~300 lx 光照度下,仔鱼在 18:00~22:00 时区的摄食强度,测定方法如上。

## 2 结果

### 2.1 形态发育与行为

初孵仔鱼体长平均为  $2.445 \pm 0.106$  mm,眼无色素,2 日龄时各组仔鱼眼色素均明显加重,身体具 5 块色素集中区,肝胰脏出现,全黑组仔鱼聚群分布在某一区域,有光照的各组仔鱼均趋向于靠近槽壁的光照度高处活动;3 日龄时各组仔鱼均开口,但肛门未开通,各组仔鱼建立巡游模式,有光照的各组仔鱼仍趋向于槽壁光亮度高处活动;4 日龄时仔鱼肛门开通,卵黄耗尽,40~60 lx 以上各组均有部分仔鱼摄食 1~3 个轮虫,其体色素明显增多,而全黑和 3~6 lx 组则无仔鱼摄食,其体色素明显少于其它各组;5 日龄时仔鱼消化道出现规律性蠕动,除全黑组外其余各组大部分仔鱼均摄食了轮虫;8 日龄时全黑组仔鱼体色素与初孵时差不多,其全部集中于水表层活动,大部分仔鱼消化道内无轮虫,少数消化道内有 1~3 个轮虫,3~6 lx 组仔鱼体色素比全黑组多一些,但明显少于其它各光照组,有光照各组仔鱼的趋光性基本消失,仔鱼在水中各处均有分布。10 日龄时全黑组死亡 80%~90%,3~6 lx 组死亡 70% 左右,其余各组死亡不多,镜检发现全黑组 60% 个体消化道内无食饵,其余只有 1~3 个轮虫,3~6 lx 组 30% 个体消化道内无食饵,其余只有几个轮虫。12 日龄时全黑组与 3~6 lx 组全部死亡;1 400~1 600 lx 组死亡 25% 左右,2 500~3 500 lx 死亡 40% 左右,5 000~7 000 lx 组死亡 70% 左右,这三组残留的仔鱼多在水底层,活动不积极或静止不动;40~60 lx 组和 400~600 lx 死亡很少,在 10% 左右,存活的个体活动积极,在各水层中均有分布。可以看出低于 6lx 的光照度不利于仔鱼对饵料产生视觉反应,仔鱼摄食极少甚至无,使全黑组与 3~6 lx 组在卵黄耗尽后始终处于饥饿状态,因而至 12 日龄时全部死亡;1 400 lx 以上光照度尽管满足了仔鱼摄食对光照的需要,但亦会造成仔鱼在 10 日龄后的大量死亡。

## 2.2 生长

对 40~ 7 000 lx 光照度之间 5 组仔鱼的体长和体高进行了测定, 由图 1 及图 2 可以看出仔鱼在 4 日龄以前体长及体高的生长均差不多, 4 日龄以后各组间在生长上出现差异。对 20 日龄时仔鱼的体长与体高进行方差分析, 结果表明各组体长间存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 各组体高间亦存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 表明光照对 20 日龄内黄盖鲮仔鱼的生长有极显著的影响。Duncan 多范围检验见表 1 和表 2, 可以看出 20 日龄时各组仔鱼体长和体高的生长均以 40~ 60 lx 光照度下最好, 2 500~ 3 500 lx 和 5 000~ 7 000 lx 光照度下生长最差。

从图 1 和图 2 还看出, 在孵出后 4 天的内源营养期, 各组仔鱼体长与体高的生长均差不多, 光照等环境因子对其生长基本上无影响; 4 日龄以后仔鱼经短暂的混合营养而行外源营养, 在不同的光照条件下仔鱼的摄食强度不同, 因而造成各组仔鱼体长与体高生长上的差异。

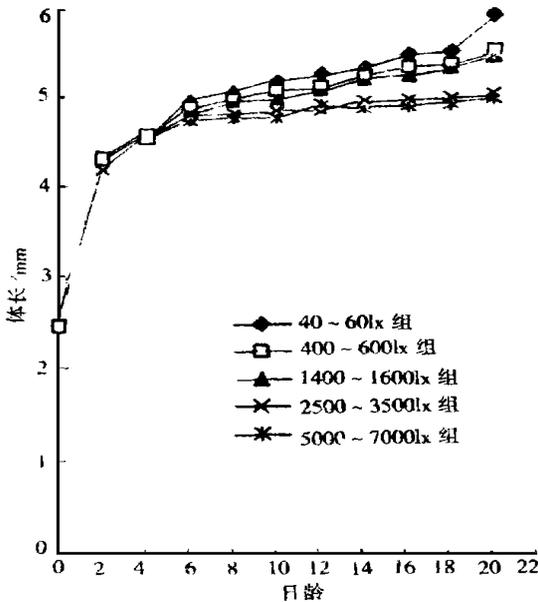


图 1 不同光照度下黄盖鲮仔鱼体长的生长

Fig. 1 The growth of body length of larval *L. yokohamae* under different light intensities

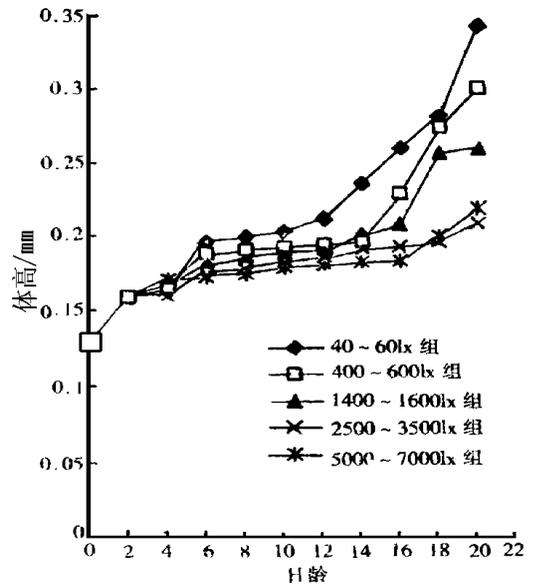


图 2 不同光照度下黄盖鲮仔鱼体高的生长

Fig. 2 The growth of body height of larval *L. yokohamae* under different light intensities

表 1 20 日龄时各组黄盖鲮仔鱼间体长 Duncan 多范围检验表  
Tab. 1 Duncan New Multiple Range Test of body length between different groups of larval *L. yokohamae* on the twentieth day

K	2	3	4	5	(iv)	(v)	(vi)	(vii)
SSR <sub>0.05</sub>	2.83	2.98	3.08	3.14	0.938**	0.915**	0.	0.
LSR	0.3457	0.3642	0.3764	0.3837	0.525**	0.502**	460*	413*
SSR <sub>0.01</sub>	3.76	3.92	4.03	4.12	0.478*	0.455*		
LSR	0.4595	0.4790	0.4925	0.5035	0.023			

注:  $\bar{X}_{iv} = 5.988$ ;  $\bar{X}_{v} = 5.575$ ;  $\bar{X}_{vi} = 5.528$ ;  $\bar{X}_{vii} = 5.073$ ;  $\bar{X}_{viii} = 5.050$

表 2 20 日龄时各组黄盖鲈仔鱼间体高 Duncan 多范围检验表

Tab. 2 Duncan New Multiple Range Test of body height between different groups of larval *L. yokohamae* on the twentieth day

K	2	3	4	5	(九)	(五)	(四)	(三)
SSR <sub>0.05</sub>	2.83	2.98	3.08	3.14	iv 0.1298*	0.1198*	0.0798*	0.0388
LSR	0.06429	0.06765	0.06990	0.07130	(三) 0.0910*	0.0810*	0.0410	
SSR <sub>0.01</sub>	3.76	3.92	4.03	4.12	(四) 0.0500	0.0400		
LSR	0.08540	0.08898	0.09148	0.09350	(九) 0.0100			

注:  $\bar{X}_{iv} = 0.3388$ ;  $\bar{X}_{(三)} = 0.3000$ ;  $\bar{X}_{(四)} = 0.2590$ ;  $\bar{X}_{(五)} = 0.2090$ ;  $\bar{X}_{(九)} = 0.2190$

对各组仔鱼眼径、口宽的测定结果见表 3, 由表中可见 4 日龄时各组仔鱼的眼径、口宽均相同; 8 日龄时各组的眼径开始产生差异, 各组口宽这时仍基本相同; 16 日龄时的口宽在各组间开始产生显著差异。20 日龄时各组仔鱼的眼径为: iv 组 > (三) 组 > (四) 组 > (五) 组 ≈ (九) 组; 口宽为: iv 组 ≈ (三) 组 > (四) 组 ≈ (五) 组 ≈ (九) 组。以上结果看出, 在 40~7 000 lx 范围内, 随光照度的增强眼径及口宽的发育有减慢的倾向, 这与各组体长及体高的生长情况基本吻合, 即个体大的仔鱼也相应具有较大的眼径及口宽。

表 3 不同光照度对黄盖鲈仔鱼眼径及口宽发育的影响

Tab. 3 Effect of different light intensity on eye diameter and mouth width of larval *L. yokohamae*

日龄	iv 组(40~ 60 lx)		(三) 组(400~ 600 lx)		(四) 组(1400~ 1600 lx)		(五) 组(2500~ 3500 lx)		(九) 组(5000~ 7000 lx)	
	眼径 ( $\mu\text{m}$ )	口宽 ( $\mu\text{m}$ )								
初孵	240±21	205±15	240±21	205±15	240±21	205±15	240±21	205±15	240±21	205±15
4	268±11	210±18	268±11	210±18	268±11	210±18	268±11	210±18	268±11	210±18
8	313±20	282±14	309±11	283±16	306±6	286±20	284±24	287±23	279±18	285±21
12	328±18	329±21	329±15	332±25	334±22	329±23	310±13	328±18	308±36	329±25
16	353±33	470±35	360±24	473±24	350±35	423±31	313±23	376±32	309±17	373±38
20	413±45	564±37	380±42	567±27	371±31	470±28	334±37	467±22	330±29	465±32

## 2.3 摄食

由图 3 可见光照对 18 日龄以内仔鱼在 10:00~14:00 时区的摄食强度有显著影响, 1 400 lx 以上的光照度下各组仔鱼的摄食强度明显低于 40~600 lx 光照度下的各组; 6 日龄时的摄食强度以 400~600 lx 组较好, 18 日龄时以 40~60 lx 组较好, 而在 6~18 日龄之间两组的摄食强度差别不大, 可以认为黄盖鲈仔鱼的适宜光照度范围大致在 40~600 lx 范围内。

由图 4 可见在光照与黑暗情况下, 18 日龄以内仔鱼在 18:00~22:00 时区摄食强度有明显的差异, 全黑组半数以上仔鱼空腹, 其余只摄食 1~4 个轮虫; 200~300 lx 光照度下仔鱼则有一定的摄食强度且随日龄增加而增加。以上结果说明仔鱼摄食完全依靠视觉, 在夜间只要给予适当的光照仔鱼亦会有相当的摄食强度。

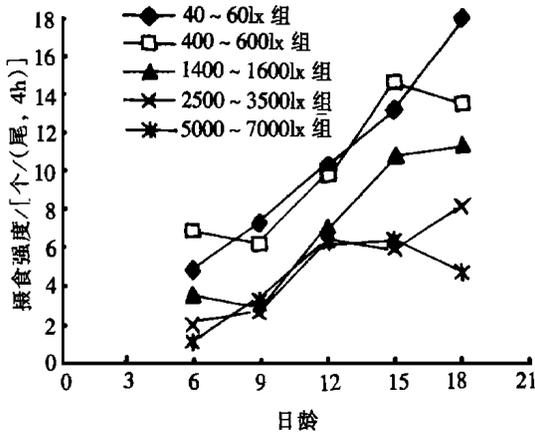


图3 不同光照度对黄盖鲈仔鱼摄食强度的影响

Fig. 3 Effect of different light intensity on feeding intensity of larval *L. yokohamae*

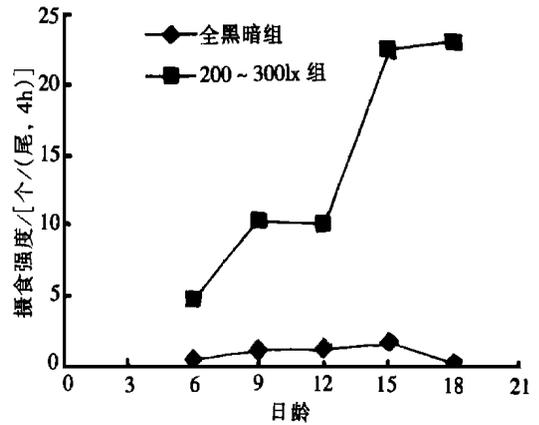


图4 光照与黑暗对黄盖鲈仔鱼摄食强度的影响

Fig. 4 Effect of light and darkness on feeding intensity of larval *L. yokohamae*

### 3 讨论

鱼类早期生活史阶段存在着一个大量死亡的内在危险期及临界期, 临界期的压抑或表露不仅取决于仔鱼对环境的要求或适应能力, 也取决于环境条件是否满足仔鱼的要求[殷名称 1995a]。通过对本次实验的结果分析, 我们认为光照也是影响仔鱼临界期表露的重要因子, 光照可以影响仔鱼的摄食、代谢及活动, 从而影响到临界期的表露。因此, 在鱼类育苗中光照是一个非常重要的环境因子, 对育苗的成败和好坏有着重要的影响, 只是其对仔鱼的作用不如温度的作用来得更快而直接, 经常得不到足够的重视。

光照对仔鱼的影响主要表现在对仔鱼摄食及活动的影响上, 仔鱼摄食的好坏则直接影响到其生长、发育和存活, 仔鱼活动的强弱则关系到其耗能的多少。仔鱼是视觉摄食者, 没有光照就不能产生视觉, 则无法摄食, 仔鱼摄食的临界光照度为 0.1 lx, 最好保持在 100~500 lx, 但不要超过 1000 lx[殷名称 1995b]。光对视觉摄食的鱼类是必须的, 并存在一个适宜的光照范围, 在此范围内, 鱼类摄食最活跃, 摄食强度高, 还存在着一个摄食视觉阈值, 低于此阈值则摄食强度很低或不摄食[李大勇 1994]。黄盖鲈仔鱼在全黑条件下基本上不摄食, 说明了黄盖鲈仔鱼是视觉摄食并需要一定光照。据 Kawamura 和 Ishida[1985]对牙鲈、Blaxter[1986]对鲱、单保党和何大仁[1995]对黑鲟视网膜的研究发现刚开口的仔鱼是纯视锥型的眼睛, 故对弱光的反应性很差, 在 10 lx 光照下仔鱼也不摄食, 这和视锥细胞对弱光反应差有关, 黄盖鲈仔鱼在 3~6 lx 光照度下摄食极少甚至不摄食的原因我们认为也在此。仔鱼长期生活在极弱的光照度下, 摄食强度极低甚至无, 亦会造成进展性饥饿而全部死亡。黄盖鲈仔鱼适宜的光照度为 40~600 lx, 在此范围内仔鱼摄食最活跃, 摄食强度最高。1400 lx 以上仔鱼的摄食强度亦下降, 且光照度越强摄食强度越低, 符合一些学者提出的仔鱼摄食的光照度最好保持在 100~500 lx, 但不要超过 1000 lx 的提法。过强的光照度尽管满足了仔鱼摄食所需要的光照条件, 但仔鱼的摄食并不频繁, 且仔鱼处于高活动状态, 消耗很多, 长期下去则仔鱼生长差, 畸形个体明显增多, 死亡率明显增高, 并可能对仔鱼代谢、内分泌及神经系统等方面也有着影响, 但有关这方面报道很少, 还有待于进一步研究。

Blaxter[1968]认为通过延长照明时间,可以延长鱼类用以摄食的时间,因而可以改善鱼的摄食达到提高生长的目的。我们在实验中发现,夜间黄盖鲈仔鱼是否摄食取决于光照条件,只要给予适当的光照,黄盖鲈仔鱼在夜间任何时间均可摄食,但由于受到内在节律的影响,摄食强度相对要低些,因此建议在黄盖鲈育苗中夜间给予一定时间的适宜光照,以增加仔鱼的摄食时间,促进其生长发育。但我们认为夜晚过长的光照亦不利于仔鱼的生长,因为夜晚只要有光照仔鱼便处于相对较活动的状态,消耗较多,得不到足够时间的休息,对生长及存活亦不利。根据我们的实验,天黑后增加光照至 21:00 时较为合适,既满足了仔鱼摄食需要又保证其有足够的休息时间。

### 参 考 文 献

- 李大勇. 1994. 光照对真鲷仔、稚幼鱼摄食的影响. 台湾海峡, 13(1): 26~ 31
- 单保党, 何大仁. 1995. 黑鲷视觉发育与摄食的关系. 台湾海峡, 14(2): 169~ 173
- 殷名称. 1995a. 鱼类仔鱼的摄食和生长. 水产学报, 19(4): 397~ 341
- 殷名称. 1995b. 鱼类生态学. 北京: 农业出版社. 141~ 143
- Blaxter J H S. 1968. Light intensity, vision and feeding in young plaice. J Exp Biol Ecol, 2: 293~ 307
- Blaxter J H S. 1986. Development of sense organs & behaviour of teleost larvae with special reference to feeding & predator avoidance. Tran Ameri Fish Soc, 115: 98~ 114
- Kawamura G, Ishida K. 1985. Changes in sense organ morphology and behaviour with growth in the flounder (*Paralichthys olivaceus*). Bull Jap Soc Sci Fish, 51(2): 155~ 169

## EFFECTS OF LIGHT ON GROWTH, DEVELOPMENT AND FEEDING OF LARVAL *LIMANDA YOKOHAMAE*

WANG Ying-Chun, SU Jing-Xiang

(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

ZHOU Qin

(Beidaihe Central Experiment Station, CAFS, 066100)

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

Light has important influence on the growth, development and feeding of larval *Limanda yokohamae*. The body length and height of every group of larvae on the twentieth day all shows fair evident difference. Duncan New Multiple Range Test shows: Under the light intensity ranging from 40 to 60 lx, the growth and development of larvae are the best. Within the light intensity of 40 to 7000 lx, the stronger the light intensity is, the worse the growth is, the lower the survival rate is, the more the abnormal larvae are. The larvae under complete darkness and under the light intensity of 3 to 6 lx are all dead on the 12th day because of starvation. In the yolk-sac stage, the growth of every group of larvae is not influenced by the external environment and is similar to all. From the 4th to 20th day, the growth of body length of 5 groups of larvae

under 40 to 7000 lx show straight line relation to age, and the growth of body height shows exponential function relation to age. From 40 lx to 7000 lx, the feeding intensity (10:00–14:00) of larvae is decreased with the increase of light intensity. If the appropriate light intensity is given between 18:00 and 22:00, the larvae can also have fair feeding intensity. The suitable light intensity for larvae before the 20th day is 40–600 lx.

**KEYWORDS** *Limanda yokohamae*, Larvae, Light, Growth, Development, Feeding