

黄海黑鲷仔鱼耳石的日轮以及光照对其形成的影响*

李城华 尤锋 黄瑞东 杨纯武

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 实验仔鱼于1986年5月,由饲养在海洋研究所室内的同一尾黄海黑鲷雌鱼在一次产卵中取得的受精卵孵化后取得的。对实验仔鱼耳石生长轮形成的周期以及光照对其形成的影响进行了观察。实验证明,黑鲷仔鱼耳石生长轮形成具有日周期性,仔鱼培育天数(D)与耳石生长轮数(N)之间的关系以回归式 $N = D - 1.89$ 表达之。在24h内的12h光照、12h黑暗条件下,耳石形成一个宽带和一个窄带。在6h光照、6h黑暗条件下,则形成两个宽带和两个窄带,但它们的宽度都比前者小。光照周期对耳石生长轮形成产生明显的影响。

关键词 黑鲷 生长轮 光照周期

鱼类耳石上的日生长轮的存在是很普遍的现象。在24h左右形成的日生长轮是由生长带和间歇带组成的 (Mugiya et al., 1981)。耳石日生长轮的形成是与内分泌固有的周期性节律有联系的。但是,环境因素对其形成也会产生影响。有些学者认为,光照周期是控制某些种类耳石生长轮形成的主要因素(Taubert et al., 1977; Radtke et al., 1982; Tanaka et al., 1981; Mugiya, 1987)。另一些学者则认为,耳石日生长轮的形成受内分泌腺调节控制,不受光照周期改变的影响 (Campana et al., 1982; 1985)。但是光照周期作为生长轮形成的伴随因子的认识是多数学者所接受的。

本文的主要目的:证实黑鲷仔鱼耳石生长轮形成的日周期性,检验不同光照周期对日生长轮形成产生的影响。

1 材料与方法

黄海黑鲷 [*Sparus macrocephalus* (Basilewsky)] 仔鱼是由饲养在海洋研究所室内的同一尾黑鲷雌鱼于1986年5月10日一次产卵中取得的受精卵孵化后取得的。两组仔鱼分别饲养在两个大小相同暗室的陶质水缸(容量为1/5t)内。暗室内各装有两根40W荧光灯,由石英开关钟自动控制,分6L(6h光照,下同)—6D(6h黑暗,下同)和12L—12D两个光照周期。两组仔鱼饲养密度(每组各1000尾)和温度条件以及饵料供应的种类和数量完全相同。孵化后的15d之内投喂牡蛎幼体、轮虫。15d之后,除继续投喂轮虫外,还增加初孵齿虫幼体。每天上午8:00、下午4:00各投喂一次。8d后开始换水。实验期间内水温变动在19—24℃之间。每4—5d取样一次,测定鱼体长度(精确至0.1mm)和重量(精确至0.01g)。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第2202号。

国家自然科学基金资助,3860810号。

收稿日期:1990年10月5日,接受日期:1991年2月6日。

黑鲷耳石有 3 对,取其中最大的一对(Sagittae)。耳石按照对黄海梭鱼所使用的方法(李城华等,1993)加工。用扫描电镜检查的耳石,磨制要精细,磨面必须在耳石中心核上。通过高倍光学显微镜(600 倍左右)检查,耳石中心核和磨面在同一平面上后,再用 1% 的盐酸或饱和的 EDTA 溶液对加工过的耳石进行腐蚀,处理时间在 5—20s。

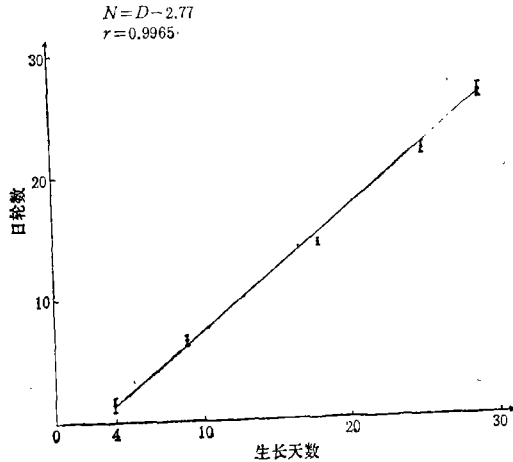


图 1 12L—12D 光照周期下黑鲷仔鱼生长天数与耳石生长轮数之间的关系

Fig. 1 Relationship between days after hatching and number of increments in otoliths of *Sparus macrocephalus* larvae under 12L—12D photo period.

成。某些种类日生长轮形成的开始与卵黄囊的吸收和摄食有关 (Brothers et al., 1976; Laroche et al., 1982; Tsuji et al., 1984)。根据本文对黑鲷仔鱼开口摄食后,消化道内食物残渣的存在来判断,初孵仔鱼的摄食基本上是从第 4d 开始。在孵出后的第 1,2d,仔鱼在水中身体水平,腹部朝上,基本上不活动或偶然突发性游动。在孵出后的第 3d,仔鱼在水中背部朝上、腹部朝下作水平游泳,并有摄食动作。虽然如此,但没有观察到消化道内食物或者食物残渣的存在。因此,认为某些种类在孵化后最初几个生长轮的形成与摄食开始有关的看法未必确切。耳石轮纹形成具有内分泌活动固有的节律性,鱼作为一个有机的整体,这种节律性与鱼体生长、发育以及其他活动有密切关系。

2.2 在 6L—6D 和 12L—12D 光照条件下,鱼体长和耳石轮径之间的相互关系 在 12L—12D 光照下,鱼体长和耳石径回归关系的斜率 ($b = 5.032$) 大于 6L—6D 的 ($b = 3.85$)。见图 2。经协方差分析,两组不同光照条件下的鱼体长和耳石径回归关系中的体长调整至一个“公共”的长度——5.76mm。计算结果表明,对应这个“公共”长度的耳石径分别为 0.107mm (6L—6D) 和 0.111mm (12L—12D)。经检验表明,它们之间具有显著性差异 (F 检验, $P < 0.05$)。在 12L—12D 光照下,耳石生长比在 6L—6D 下快些。

不同光照周期对鱼体生长的影响是很明显的(图 3)。经协方差分析表明,在相同培养天数的情况下(“公共”的 19.41d),6L—6D 和 12L—12D 两种光照条件下鱼体长度不同,前者为 4.57mm,后者为 6.06mm,两者间存在着显著性的差异 ($P < 0.05$)。显然 12L—12D 光照条件下的生速度比 6L—6D 的要快,12L—12D 光照周期基本符合自然界

以协方差分析比较鱼体生长实验结果的差异 (Snedecor, 1959)。

2 结果和讨论

2.1 12L—12D 光照周期耳石生长轮的形成 耳石生长轮数与鱼体生长天数之间的关系见图 1。其回归方程式表达为 $N = D - 2.77$,式中, N 和 D 分别表示耳石轮纹数和生长天数。回归线的斜率接近 1,可以认为是直线关系 ($P > 0.05$)。

第一个生长轮较清晰(图版 I: 1—3)。4d 仔鱼耳石上有一个清晰的生长轮,少数样品是两个。随着日龄增加,耳石上的生长轮数与生长天数之间的差数很稳定(约等于 3)。这就说明,耳石上第一个生长轮是在孵化后第 3d 开始形

的昼夜光照周期。动物改变过去长期已适应的业已形成的固有节律而适应一个新的条件, 必须消耗更多的体能。但是, 对于适应性强的种类情况则不一样。如果新的条件有利于新陈代谢水平的提高, 生长速度会增加 (Mugiya, 1987)。

耳石在 12L—12D 光照周期下, 每 24h 形成一个生长轮。不同光照周期对耳石生长轮形成产生的影响见表 1。说明耳石轮纹生长数与光周期的频率密切相关。在 6L—6D 光照下, 形成的生长轮数比 12L—12D 多。但是, 两种光照周期下所形成的生长轮间歇带具有明显差别。在 24h 期间, 在两个 6L—6D 光

照周期下所形成的生长轮间歇带具有明显差别。在 24h 期间, 在两个 6L—6D 光

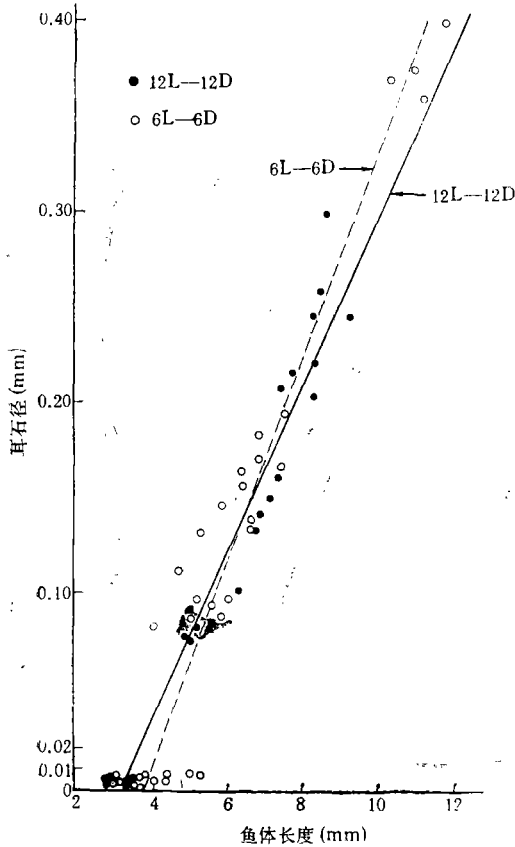


图 2 在 6L—6D 和 12L—12D 光照条件下鱼体长和耳石径的关系

Fig. 2 Relationship between standard length and otolith radius of *Sparus macrocephalus* under 6L—6D and 12L—12D photoperiod

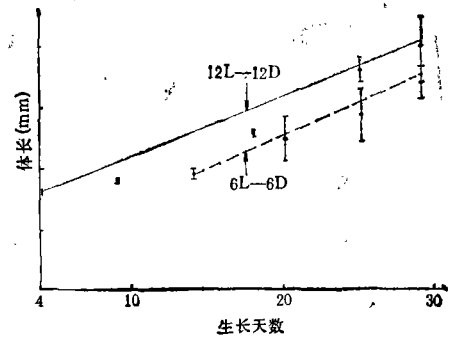


图 3 在 6L—6D 和 12L—12D 光照条件下生长天数与鱼体长的关系

Fig. 3 Relationship between days after hatching and standard length of *Sparus macrocephalus* under 6L—6D and 12L—12D photoperiod

照期间形成的间歇带与 12L—12D 间的在形态上明显不同。通过扫描电镜的检查可以看出, 在 6L—6D 之间形成的间歇带被弱酸腐蚀后是浅而窄的, 而 12L—12D 间的是深而宽(图版 I: 1, 2)。在 6L—6D 光照周期下, 两个生长轮的宽度等于在 12L—12D 下的一个生长轮的宽(3—6 μm , 25—30d 龄鱼)。可以认为, 6L—6D 条件下形成的生长轮相当于 12L—12D 的亚日轮。因为从形态上, 通过扫描电镜可将两者区分。在光学显微镜下观察有些困难(图版 I: 4)

3 结语

黑鲷早期发育阶段耳石在 24h 期间内, 在接近自然光周期 12L—12D 条件下形成一个生长轮的固有周期性节律是明显的。但是, 光周期的改变对这种节律能产生影响, 而这种影响是有限的, 不能根本改变其固有的节律性。

表 1 不同光周期对日生长轮(数)形成的影响

Tab. 1 Effect of different photoperiod on formation of daily growth increment of *Sparus macrocephalus* larvae

组 别	25d	29d
12L—12D	21.75±0.56(6) ¹⁾	26.4±0.58(7)
6L—6D	41.50±0.87(8)	52.7±1.70(9)

1) 括号内数字示检查的耳石数。

参 考 文 献

- 李城华等, 1993, 梭鱼仔鱼耳石轮纹形成的周期及自然种群日龄的鉴定, 海洋与湖沼, 24(4): 345—349.
- Brothers, E. B., Mathews, C. P. and Lasker, R., 1976, Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishs, *Fish. Bull. U. S.*, 74: 1—8.
- Campana, S. E. and Neilson, J. D., 1982, Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 937—942.
- Campana, S. E. and Neilson, J. D., 1985, Microstructure of fish otoliths, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 1014—1032.
- Laroche, J. L., Richardson, S. L. and Rosenberg, A. A., 1982, Age and growth of a pleuronectid, *Parophrys vetulus*, during the pelagic larval period in Oregon coastal waters, *Fish. Bull. U. S.*, 80: 93—104.
- Mugiya, Y. et al., 1981, Diurnal rhythm in otolith formation in the goldfish, *Carassius auratus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68A: 659—662.
- Mugiya, Y., 1987, Effects of photoperiods on the formation of otolith increments in the embryonic and larval rainbow trout *Salmo gairdneri*, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53(11): 1979—1984.
- Radtke, R. L. and Dean, J. M., 1982, Increment formation in the otoliths of embryos, larvae and juveniles of the mummichog. *Fundulus heteroclitus*. *Fish. Bull. U. S.*, 80: 201—215.
- Tanaka, K., et al., 1981, Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile *Tilapia nilotica*, *Fish. Bull. U. S.*, 79: 459—466.
- Taubert, B. D. and Coble, D. W., 1977, Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia Mosambica*, *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 332—340.
- Tsuji, S. and Aoyama, T., 1984, Daily growth increments in otoliths of Japanese anchovy larvae, *Engraulis japonica*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 50: 1105—1108.

DAILY GROWTH INCREMENTS AND EFFECTS OF PHOTO- PERIOD ON DAILY GROWTH PATTERNS IN OTOLITHS OF *SPARUS MACROCEPHALUS* (BASILEWSKY) LARVAE*

Li Chenghua, You Feng, Huang Ridong, Yang Chunwu

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

ABSTRACT

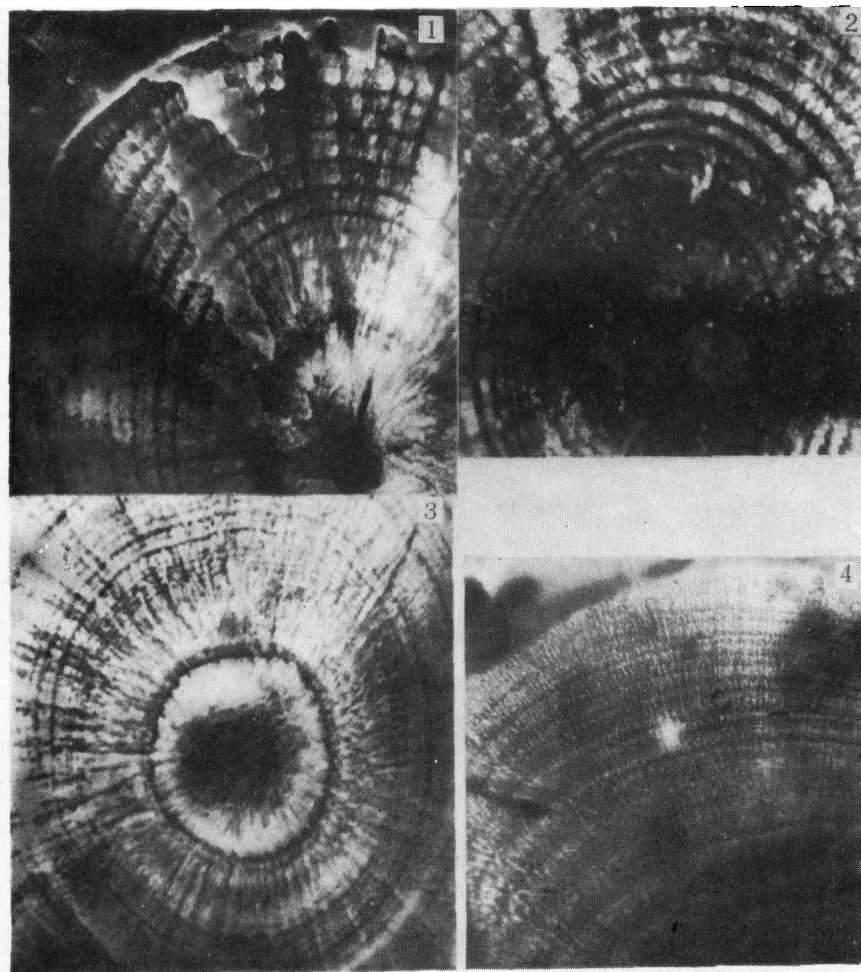
The present study researches the deposition rate of growth increment in the otolith of black porgy, *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) larvae and the effect of different photoperiod on production of daily growth increments.

Black porgy larvae were reared from fertilized eggs spawned by one adult reared in the laboratory of Institute of Oceanology, Academia Sinica in May, 1986. The otolith showed a daily growth rhythm under a 12 light-12 dark photoperiod. The regression equation of chronological age based on the number of daily growth increment, $N = D - 2.77$ was derived, where N is the number of growth increments and D the days after hatching.

The otolith body-diameter length relationship varied significantly between 6L—6D and 12L—12D experimental groups. The growth rate of the 12L—12D group was higher than that of the 6L—6D group. The mean numbers of growth increments in the otoliths were highly correlated with the frequency of the L, D cycle. Opaque bands formed under 6L—6D cycles were poorly etched and easily distinguished (by SEM) from those under 12L—12D cycles. Result of experiments under various light-dark cycles suggested that a 24 h light-dark cycle was required for producing daily growth increment. Photoperiod apparently acts as a zeitgeber for the circadian rhythm.

Key words *Sparus macrocephalus* Daily growth increment Photoperiod

* Contribution No. 2202 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



黄海黑鲷耳石的光学和电子显微镜扫描观察

Compound light and scanning electron microscope photographs of otolith of *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) larvae

1—3. 孵化后第 11, 20, 30d 黄海黑鲷仔鱼耳石电子显微镜扫描照片: 1. 在 6L—6D 光照条件下, $\times 2000$; 2. 在 12L—12D 光照条件下, $\times 1600$; 3 在 6L—6D 光照条件下仔鱼耳石中心区 $\times 2000$ 。
4. 在 6L—6D 光照条件下, 孵化后第 14d 仔鱼耳石的光学显微镜照片, $\times 600$ 。