

梭鱼仔鱼耳石日轮形成及自然种群日龄的鉴定*

李城华 沙学绅 尤锋 杨纯武 黄瑞东

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 梭鱼实验种群样本,系于1987年5月,从山东大沽河口搜集的亲鱼经人工授精后孵出的仔鱼在实验室培育取得;自然种群样本,于同年同地区采集。对于实验种群耳石生长轮形成的周期性进行了研究。结果表明,实验种群培育天数(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;根据实验种群耳石轮纹形成的周期性规律,鉴定了自然种群的日龄,表明二者具相似的周期性规律;协方差分析表明,梭鱼早期阶段的生长,自然种群比实验种群快。

关键词 梭鱼 耳石 轮纹 日龄

鱼类耳石上存在日生长轮的观点已被证实 (Pannella, 1971)。为了查明鱼类早期阶段耳石轮纹生长的周期,一般是通过实验条件培育已知孵化日期的仔鱼或者耳石轮纹标记法解决 (Wild et al., 1980)。但是,耳石轮纹标记法不能精确揭示耳石轮纹数与生长天数之间的关系。日生长轮周期性的确证 (Pannella, 1971) 不仅解决了鱼类日龄鉴定问题,而且提高了鉴定的精确性,为鱼类自然种群早期生长史阶段的生长研究提供了一个有效方法。本文报告了梭鱼早期阶段耳石生长轮的日周期性,并运用这个结果鉴定梭鱼自然种群仔鱼的日龄。

1 材料与方法

研究分为两部分。首先观察确证梭鱼 (*Mugil so-iuy* Basilewsky) 仔鱼耳石轮纹的形成周期,即鱼体生长天数与耳石轮纹数的关系。其次,鉴定自然(野生)梭鱼早期阶段耳石日龄,在此基础上比较实验(饲养)种群与自然鱼体生长。

实验种群于1987年5月取自山东省大沽河口成熟亲鱼,人工授精后,取1000粒正常授精卵置于陶质水缸(容量为1/5t)内,在自然光下孵化。培育水温在19—25℃: 孵出10日龄鱼,在19—21℃; 10—40日龄,在22—25℃。开口后的仔鱼(3—4日龄仔鱼)—15日龄鱼投喂轮虫;15日龄以后,除投喂轮虫外,另以投喂齿虫卵初孵幼体为主;30日龄后,投喂齿虫成体。通常每天上午8:00、下午3:00—4:00各投饵一次。仔鱼培育10d后开始换水,随鱼体生长,水温逐渐增高,每日的换水量加大。从孵化即开始充氧。实验种群取样方法:每5d取10尾鱼,以双筒解剖镜测量体长、全长,精度至0.01mm;用1/1000g感量天平称鱼体重。

* 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。

自然种群于 1987 年 6 月在大沽河口采集,用手抄网捕获。取样后,完全按照实验种群样品处理。

耳石加工。在测定鱼体之后,将鱼体置于载玻片上,在双筒解剖镜下用固定在有机玻璃棒上的两根金属针摘取一对最大的耳石 (sagittae),用水清洗干净,然后用加拿大树胶固定,以备加工用。对于 20 日龄以上的仔鱼耳石,将其放在金相砂纸 (TLW7 100#) 上,一边用手按磨,一边在镜下检查。耳石两面都要按磨,至其中一个磨面正好是耳石中心核所在面时观察最佳。不能将中心部分磨去,必须随时用光学显微镜检查。无法直接用手操作的微小耳石,可用加拿大树胶加热将耳石固定在载玻片上。固定后在双筒解剖镜

下观察耳石面是否平,然后待树胶冷却变硬后,用上述金相砂纸磨光,随时在镜下检查。在接近耳石中心时,用二甲苯溶去树胶,将耳石翻过面,再按上述方法继续磨,至耳石中心在磨面上即可。

耳石的观测。耳石宽度测定部位是中心至前部边缘 (图 1), 使用双筒显微镜 (Olympus EMM-7) 放大 60—600 倍进行测定、观察并计算轮纹数目。轮纹计数 3 次,如果两次计数相同,则定为该耳石的轮纹数;轮纹宽度的数据是测定 5 个轮纹宽度的平均数,即耳石样品最后 5 个轮纹宽度的平均值。

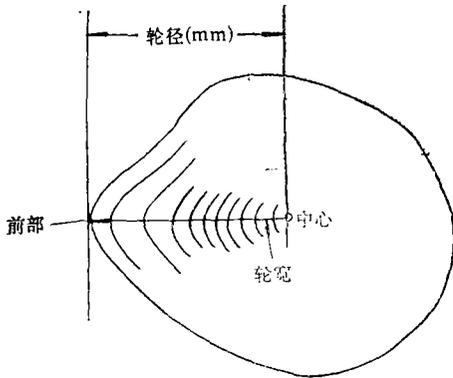


图 1 梭鱼仔鱼耳石轮纹宽度测定的示意
Fig. 1 Sagitta of *Mugil so-iuy* larvae showing width for measured

2 结果

2.1 实验种群耳石的日生长轮 在显微镜透射光下,可以观察到明、暗相间的生长轮纹 (图版 I), 日生长轮是由一对相邻的一个明带和一个暗带构成。实验种群孵化后的天数与生长轮纹数之间的关系见图 2。其回归式表达为 $N = D - 1.89$, 式中, N 和 D 分别代表轮纹数和孵化后的生长天数。此回归线的斜率接近 1 (实际值为 0.9979, t —检验, $P > 0.05$)。

从孵化后第 5d 的仔鱼开始观察计数耳石上轮纹数的结果表明, 80% 的样品轮纹数是 3, 比孵化后的生长天数小 2。随着生长天数的增长, 轮纹数也增加, 但总是比生长天数大约小 2。

5—50d 仔鱼耳石轮纹宽度变化幅度在 0.30—2.00 μm (图 3): 5—15d 仔鱼轮纹宽度在 0.28—0.60 μm 之间; 20—25d 在 0.70—0.95 μm ; 30—40d 在 1.10—1.60 μm ; 40—

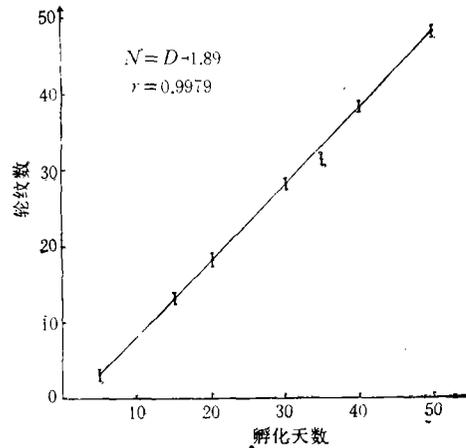


图 2 梭鱼仔鱼实验种群孵出后的生长天数与耳石轮纹数之间的关系

Fig. 2 Relationship between days after hatching and increment number in otoliths of laboratory-reared *Mugil so-iuy* larvae

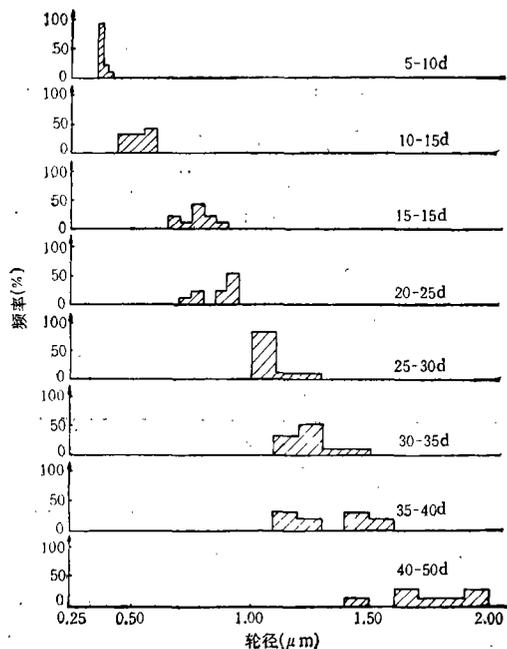


图 3 梭鱼仔鱼 5—50d 龄鱼耳石轮纹宽度及频率

Fig. 3 Change and frequency of increment width in otoliths of 5—50 d old groups of laboratory-reared *Mugil so-inuy* larvae

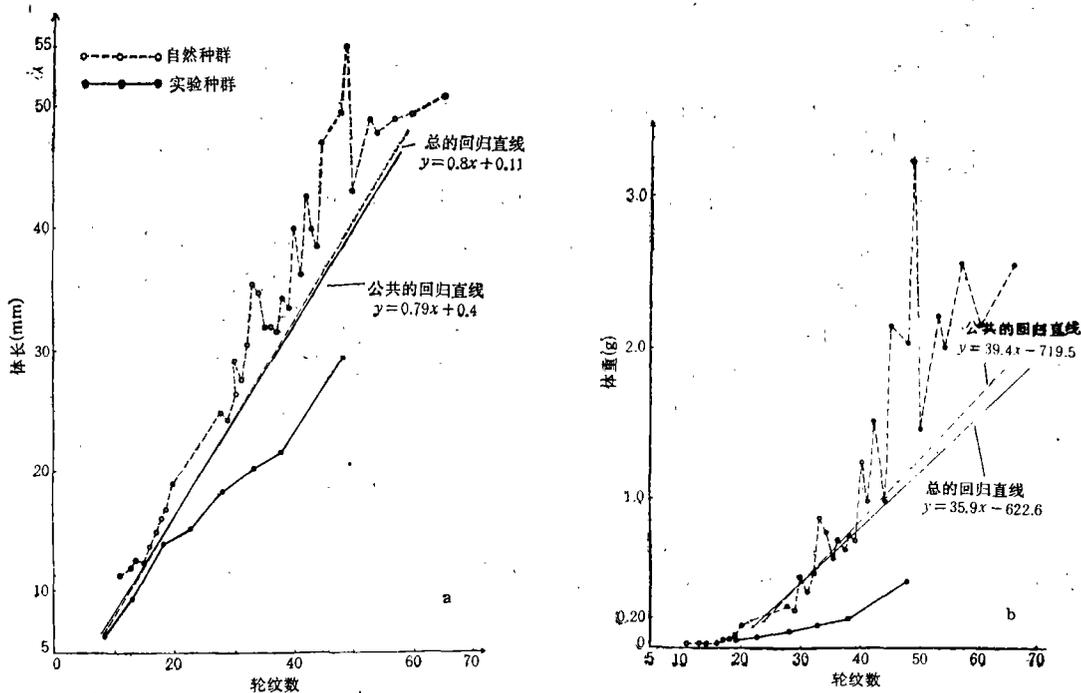


图 4 梭鱼仔鱼实验和自然种群的耳石轮纹数同体长(a)、体重(b)之间的关系

Fig. 4 Relationship between increment number and standard body length (a), weight (b) in otoliths of laboratory-reared and field-collected of *Mugil so-inuy* larvae

50d 在 1.60—2.08 μm 之间。这表明,随着日龄的增加,轮纹宽度也在逐渐增加。

鱼体长、体重与耳石轮纹数之间的关系是线性的(图 4)。

2.2 自然种群日龄鉴定及其与实验种群生长的比较 观测表明,自然种群耳石的日生长轮与实验种群的没有明显区别(图版 I)。自然种群耳石日生长轮组成及观测的样品数见表 1。对自然种群与实验种群的耳石轮纹数同鱼体长、体重之间的关系的协方差分析(Snedecor, 1959)后表明,两个样本的各处理平均体长调整到它们公共的平均轮纹数——25.44 所应该具有的最佳估测量——期望值。

表 1 梭鱼仔鱼自然种群耳石日生长轮的鉴定结果

Tab. 1 Daily growth increment number in otoliths of field-collected *Mugil so-iuy* larvae

样品数	1	3	4	25	20	8	7	2	4	1	1	5	1	2	2	1	6	1	Σ 130
轮纹数	11	13	14	15	16	17	18	19	20	28	29	30	31	32	33	34	35	66	

计算相应于平均轮纹数的实验和自然种群的体长分别为 16.30mm 和 22.97mm, 接近实测数据。根据协方差分析,从两个样本的方差、回归系数以及调整平均数的检验,可以看出其体长差别的性质。 F 检验表明, $F > F_{0.05}$,因此,回归系数(b)在 5% 水平上有显著差异。对调整平均数进行 F 检验, $F > F_{0.05}$,所以调整平均数在 95% 的水平上具有显著差异。因此可以得出,相同生长轮纹数的自然种群比实验种群体长生长要快;体重的分析结果也是如此。

3 讨论与结语

3.1 梭鱼实验种群早期阶段耳石生长轮形成具有日周期性 第一个生长轮是在仔鱼孵出之后第 3 天形成的。耳石轮纹数通常比鱼体生长天数要小 2 天,而这个差数在实验观察期间又是稳定的。第一个生长轮的形成是在卵黄囊快要吸收完毕、摄食开始时形成的,与有些鱼类的情况相似(Brothers et al., 1976; Laroche et al., 1982)。梭鱼仔鱼第一轮出现的时间与鱼的种类有关系(Tsuji et al., 1982; Brothers et al., 1976)。

在不同的实验日龄组内耳石轮纹宽度有明显的变化。在 15d 内,日生长轮增长较慢,轮纹较窄;在 20d 以后,日生长轮增长较快,平均日生长轮约为 1—2 μm 宽。显然,这种增长速度是在一定的期间内,而不是无限的。轮纹宽度与鱼体生长速度变化之间看不出某种联系。尽管在鱼体生长的 35d,体重和体长的增加速度有明显地提高,但这并没有反映在耳石轮纹宽度的增长上。因此,在仔鱼生长的一定期间内,耳石宽度随日龄增加有所增长,这可能与鱼体代谢活动增强有关,而与身体长度和重量的增加不存在相关性。

3.2 自然种群日生长轮的清晰程度与实验种群的没有明显差别 这与某些报道可能有些不同(Laroche, 1982; Radtke et al., 1982; Tsuji et al., 1982; Methot et al., 1979; Barkman et al., 1981)。这个现象的出现很可能与本文所用梭鱼的自然种群的生活环境与上述报道的不同有关。本文所用梭鱼仔鱼生活在河口处,环境条件变化急剧,对其活动和生理,如摄食、代谢等产生了影响。环境因素中的温度、饵料的丰富程度以及其他理化因素对鱼体活动等,都会对耳石生长、轮纹的形成产生影响(Neilson et al., 1984; Marshall et al., 1982; Capana, 1983; Volk et al., 1984)。

参 考 文 献

- Barkman, R. K. et al., 1981, The use of otolith growth rings to age young atlantic silversides, *Menidia menidia*, Rapp. P.-V., Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 178: 324—326.
- Brothers, E. B. et al., 1976, Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes, *Fish. Bull. U. S.*, 74: 1—8.
- Capana, S. E., 1983, Feeding periodicity and the production of daily growth increments in the otoliths of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and starry flounder (*Platichthys stellatus*), *Can. J. Zool.*, 61: 1591—1597.
- Caroche, J. L. et al., 1982, Age and growth of a *Parophrys vetulus*, during the pelagic larval period in Oregon coastal waters, *Fish. Bull. U. S.*, 80: 93—104.
- Marshall, S. L. and Parker, S. S., 1982, Pattern identification in the microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otoliths, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 542—547.
- Methot, R. D., Jr. and Kramer, D., 1979, Growth of northern anchovy, *Engraulis mordax*, and northern lampfish, *Stenobrachius*, Rapp. P.-V., Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 178: 424—431.
- Neilson, J. D. and Green, G. H., 1984, Effects of feeding regimes and diel temperature cycles on otolith increment formation in juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, *Fish. Bull. U. S.*, 82: 450—462.
- Pannella, G., 1971, Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns, *Science*, 173: 1124—1127.
- 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.
- Senedecor, G. W., 1959, Statistical Methods The Iowa State Univ. Press (Amer. Iowa), pp. 394—399.
- Tsuji, S. and Aoyama, T., 1982, Daily growth increments observed in otoliths of the larvae of japanese red sea bream, *Pagrus major*, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48: 1559—1562.
- Volk, E. C. et al., 1984, Relationship between otolith microstructure and the growth of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) under different prey rations, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 126—133.
- Wild, A. and Foreman, T. J., 1980, The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline, *Int. Am. Trop. Tuna Comm.*, 17: 507—557.

DAILY GROWTH INCREMENTS IN OTOLITHS OF MULLET LARVAE, *MUGIL SO-IUY* BASILEWSKY AND DETERMINATION FROM FIELD-COLLECTED ONES*

Li Chenghua, Sha Xueshen, You Feng, Yang Chunwu, Huang Ruidong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

ABSTRACT

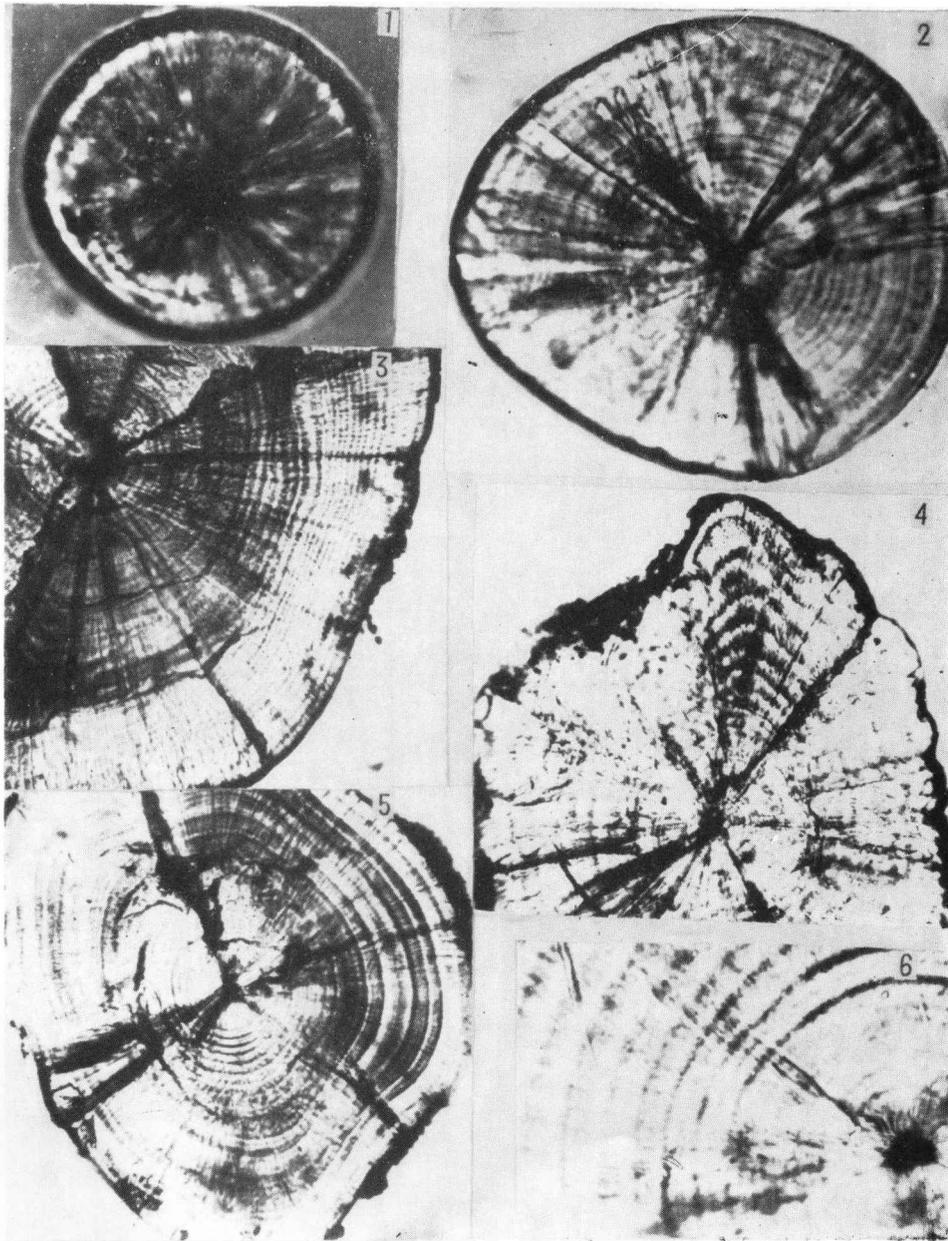
The present paper deals with formation of increments in otoliths of laboratory-reared *Mugil so-iuy* larvae and daily ring determination of field-collected larvae from the Dagou River Mouth, Shandong Province in 1987. Results show:

The daily deposition of growth increments in otoliths was verified by examining larvae after the fifth day of hatching in the laboratory. Relationship between chronological age and the number of daily growth increments is expressed by the regression equation: $N = D - 1.89$, Where N is the number of increments and D the number of days after hatching.

The width of the mean increment was 0.28—0.60 μm in 5—15 d around the nuclear margin and increased to 1.60—2.08 μm in 40—50 d. Growth increments observed in field-collected larvae were the same as those of the reared ones. The age determination method was applicable to the growth study of larvae. Covariance analysis showed the body growth of field-collected larvae was more rapid than those of the laboratory-reared ones.

Key words *Mugil so-iuy* Otolith Increment Daily growth

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



图版 1 梭鱼仔鱼耳石的光学显微镜观察结果

Plate I Light microscope photographs of otoliths from laboratory-reared and field-collected *Mugil so-iuy* larvae

1—3.梭鱼实验种群: 1.仔鱼孵出后第5d耳石具有3个生长轮(×600倍,下同), 2.仔鱼孵出后第10d耳石具8个生长轮, 3.仔鱼孵出后第40d耳石具38个生长轮。4—6.梭鱼自然种群: 4.具20个生长轮的仔鱼耳石, 5.具18个生长轮的仔鱼耳石, 6.示近耳石中心核心区。