

文章编号: 1674-5566(2011)03-0412-05

吕四渔场黄鲫耳石形态及日龄分析

张健^{1,2}, 刘必林^{1,2}, 陈小康¹, 彭永章³

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306; 3. 江苏省启东市海洋与渔业局, 江苏 启东 226200)

摘要: 根据2009年5月在吕四渔场单桩张网采集的231尾黄鲫幼鱼, 对其耳石形态和储存信息进行分析。结果显示, 耳石全长范围为1.88~4.91 mm, 平均3.75 mm; 耳石重量范围为0.8~13.7 mg, 平均6.4 mg。黄鲫耳石全长和叉长拟合生长方程为 $L_{OA} = 2.6322 \ln(L) - 8.2612$ 。耳石全长与耳石重量关系式为 $W_o = 0.196 \times L_{OA}^{-2.6186}$ 。黄鲫年龄范围为60~258 d, 优势年龄组为90~150 d, 占总体的69.5%; 叉长与年龄拟合线性生长方程为 $L = 0.2034 \times A + 69.12$ 。孵化日期为1月至3月, 主要集中在2月份, 占总体的83.6%。

研究亮点: 首次使用耳石微结构观察对春季黄海南部传统张网作业渔场的黄鲫渔获进行了耳石形态和日龄分析, 结果显示渔获个体均未达到1龄, 日龄范围60~258 d, 平均日龄133 d, 为反映目前黄鲫资源呈低龄化趋势提供了一定的佐证。

关键词: 黄鲫; 吕四渔场; 叉长; 矢耳石; 年龄
中图分类号: S 931.1
文献标志码: A

黄鲫 (*Setipinna taty*) 隶属鯷科 (Engraulidae) 黄鲫属 (*Setipinna*), 是暖水性小型中上层鱼类。广泛分布于印度洋和太平洋西部, 我国南海、东海、黄海和渤海均有分布。我国沿海可常年作业, 春、秋为渔汛旺季, 渔具可为流网、定置网、张网和拖网等^[1-2]。幼鱼主要捕食桡足类, 成鱼主要捕食糠虾类和中国毛虾^[3]。黄鲫生长迅速、性成熟速度快、资源恢复能力较强^[4]。随着传统经济鱼类资源的相继衰退, 过去不曾受重视的黄鲫, 正逐渐成为重要的捕捞对象。20世纪70年代我国黄鲫年产量10万吨^[5], 进入80年代产量呈继续增长的好势头^[6]。但是近些年来, 随着捕捞强度的持续增加, 黄鲫资源也开始衰退^[7]。

随着对黄鲫资源的不断开发, 从上个世纪90年代开始, 不少学者开展了黄鲫渔业生物学研究, 例如研究了渤海南部黄鲫群体的摄食习性^[3]、生长和死亡^[8-9]、黄海南部黄鲫群体的渔业生物学^[4]、洄游习性^[10]等。耳石日轮结构于20世纪70年代被发现^[11], 并在研究鱼类渔业生

物学, 尤其是年龄和生长中得到了广泛应用^[12-13]。为了掌握更为完善的黄鲫的生物学信息, 特别是在当前黄鲫资源衰退、个体呈低龄化的背景下, 笔者于2009年5月在黄海南部吕四渔场利用单桩张网采集了黄鲫幼鱼样本, 并对其年龄和生长、耳石形态和微结构等内容进行研究与分析, 以期对黄鲫资源的养护、渔业资源的科学管理以及渔业生产的合理安排提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料来源

样本于2009年5月24日至28日在吕四渔场由“苏启渔1302”号采用单桩张网渔具捕获, 作业位置为32°18'N~32°47'N、122°22'E~122°45'E, 渔场水深20~24 m, 渔场潮流为正规半日潮, 流速1.3~1.7 kn, 底质为泥沙质。

1.2 研究方法

1.2.1 生物学测定和耳石长度测量

从采集黄鲫样本中随机挑选231尾挖取矢

收稿日期: 2010-10-08 修回日期: 2011-01-12

基金项目: 国家科技支撑计划(2006BAD09A05); 国家自然科学基金(NSFC31001138); 上海海洋大学博士科研启动基金(B-8202-08-0289); 上海市重点学科建设项目(S30702); 上海市教育委员会科研创新项目(11YZ156)

作者简介: 张健(1979—), 男, 副教授, 研究方向为渔具渔法学。E-mail: j-zhang@shou.edu.cn

耳石(每尾鱼 1 对),提取的耳石用 90% 的酒精溶液清洗后放入盛有 75% 酒精的离心管内保存。取出预先保存的耳石,待酒精挥发后,用十万分之一准微量天平称取重量。

黄鲫矢耳石类似于其它硬骨鱼类,耳石卵圆形。按其位于脑颅的位置可以分为:背部(Dorsal, D),腹部(Ventral, V),前区(Anterior, A),后区(Posterior, P),核心(Nuclear, N);背部前伸为翼叶(Antirostrum, AR),腹部前伸为基叶(Rostrum, R)(图 1)。Nikon ZOOM645S 体式显微镜(物镜 $\times 0.8, \times 1, \times 2, \times 3, \times 4, \times 5$;目镜 $\times 10$) $\times 10$ 倍下采用 CCD 拍照,然后利用 YR-MV 1.0 显微图像测量软件对耳石全长(All Otolith length, L_{OA}),最大宽度(Otolith width, W_0),背部长(Dorsal otolith length, L_{DO}),背部高(Dorsal high, H_D),翼叶长(Antirostrum length, L_{AR}),基叶长(Rostrum length, L_R),等进行测量(图 2)。测量结果精确至 $0.1 \mu\text{m}$ 。测量由 2 人独立进行,若两者测量的误差超过 5%,则重新测量;否则取两者的平均值。

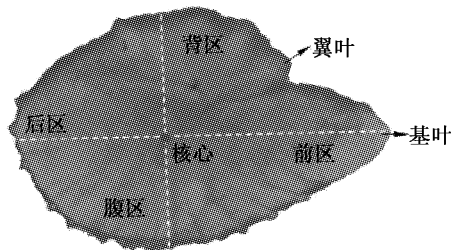


图 1 黄鲫矢耳石形态图

Fig. 1 Morphology of otolith of *S. taty*

1.2.2 耳石切片制作与年龄鉴定

取出保存于离心管中的耳石,平放于塑料模具中,倒入调配好的冷埋树脂包埋,并放置阴凉处待其硬化。选择好研磨平面后,在研磨机上先以 240 目防水耐磨砂纸研磨至接近耳石表面处,再先后以 600 目、1 200 目和 2 000 目防水耐磨砂纸研磨至核心,研磨过程中不断在显微镜下检查,以免磨过核心,如此完成一面研磨,然后重复以上过程完成另外一面。待两面都研磨至核心,再用 $0.3 \mu\text{m}$ 氧化铝粉在水绒布上对研磨好的耳石切片进行抛光,并在显微镜下观察直至耳石切片上的研磨痕迹被完全抛除。最后将制备好的耳石切片放入鳞片袋中保存,并做好标记。

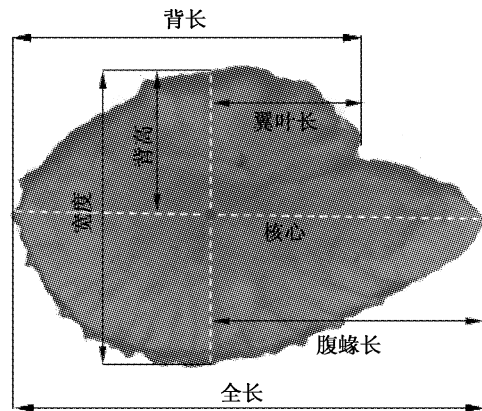


图 2 黄鲫矢耳石形态参数测量图

Fig. 2 Scheme of morphometric measurements of *S. taty* otolith

取出制备好的耳石切片置于 Olympus 光学显微镜(物镜 $\times 4, \times 10, \times 40, \times 100$,目镜 $\times 10$) $\times 400$ 倍下,采用 CCD 拍照,并通过数据线将照片传入电脑。由于一个耳石切片需要多张照片才能将其轮纹结构完全拍下(如图 3 所示),因此,轮纹计数前,先利用 PhotoShop CS2 图象处理软件对每个耳石切片的图像进行合并,然后用测量软件 WT-1000GM 进行轮纹计数。计数过程中,每一个耳石的轮纹计数两次,每次计数的轮纹数目与均值的差值低于 5%,则认为计数准确,否则再计数两次取 4 次平均值。

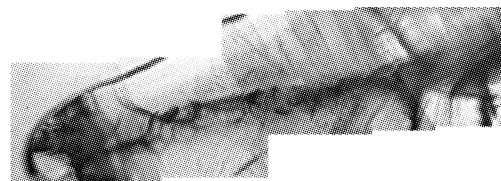


图 3 黄鲫耳石微结构图

Fig. 3 Microstructure of *S. taty* otolith

1.2.3 孵化日期推算

捕获日期减去估算日龄所得的日期即为黄鲫的孵化日期。

2 结果

2.1 耳石形态

2.1.1 耳石长度与重量

独立样本 t 检验显示黄鲫左、右耳石长度与重量均无明显差异($P < 0.01$),因此只对左耳石进行分析。耳石全长范围为 $1.88 \sim 4.91 \text{ mm}$,平

均3.75 mm;最大宽度范围 1.14 ~ 3.29 mm,平均 2.47 mm;背部长范围为 1.042 ~ 3.74 mm,平均 2.88 mm;背部高范围为 0.66 ~ 1.87 mm,平均 1.30 mm;翼叶长范围为 1.04 ~ 3.23 mm,平均 2.30 mm;基叶长范围为 0.40 ~ 2.01 mm,平均 1.08 mm。耳石重量范围为 0.8 ~ 13.7 mg,平均 6.4 mg。

2.1.2 耳石全长与耳石重量关系

黄鲫耳石全长与重量拟合符合显著的幂函数关系(图4),其方程式为: $W_o = 0.196 \times L_{oA}^{2.6186}$ ($n = 231, R^2 = 0.8914$)。

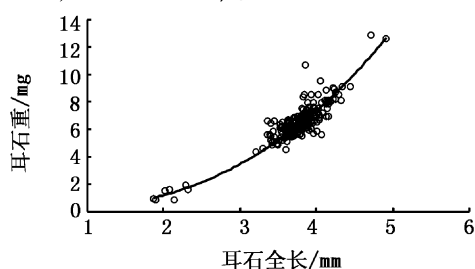


图4 黄鲫耳石长与重量关系

Fig. 4 The relationship between all otolith length and otolith weight of *S. taty*

2.1.3 耳石全长与叉长关系

黄鲫耳石全长(单位 mm)与叉长(单位 mm)拟合符合显著的对数关系,其方程式为: $L_{oA} = 2.6322 \ln(L) - 8.2612$ ($n = 218, R^2 = 0.7199$)。

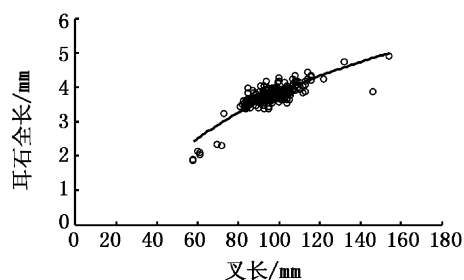


图5 黄鲫耳石全长与叉长关系

Fig. 5 Relationships between all otolith length and fork length of *S. taty*

2.2 年龄组成和孵化日期

成功对其中 128 尾进行日龄鉴定,结果显示均未达到 1 龄,计数日轮得日龄范围 60 ~ 258 d,平均日龄 133 d。年龄最大的黄鲫 258 d,其叉长为 146 mm,体重 29.0 g;年龄最小的黄鲫 60 d,其叉长 61 mm,体重 3.0 g。根据捕捞日期减去日龄所得孵化日期范围为 1 月 2 日至 3 月 28 日,主要

孵化日期集中在 2 月份,占总体的 83.6%。

2.3 叉长与年龄关系

黄鲫叉长(L)与年龄(A ,单位 d)拟合分析符合线性生长(图6),其关系式为: $L = 0.2034 \times A + 69.12$ ($n = 128, R^2 = 0.3596$)

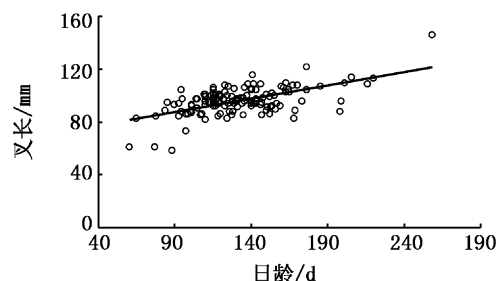


图6 黄鲫叉长与年龄关系

Fig. 6 The relationship between fork length and age of *S. taty*

3 讨论

3.1 耳石

鱼类耳石可用作孵化和早期发育生长、产卵场和产卵期的推定、仔鱼的运输过程、年龄和种群鉴定等^[11-14]。尽管国内研究鱼类耳石的报道很多^[15-16],但是目前尚没有关于黄鲫耳石的报道。黄鲫耳石类似于其它硬骨鱼类,由背部、腹部、前区、后区、核心、翼叶和基叶等组成,掌握黄鲫耳石形态特征可为鉴定捕食黄鲫的其他生物的食性分析提供有效的材料和方法。许多研究表明,不同鱼类耳石大小与鱼体大小的关系不同,例如呈线性、指数或对数关系^[17-19]。本研究表明,黄鲫幼鱼耳石长度与叉长呈明显的对数关系。幼鱼的生长符合各种生长模型,例如长江天然水域草鱼幼鱼生长符合线性或指数模型^[20],大银鱼幼鱼则符合高次方程^[21],从本研究结果来看,黄鲫幼鱼生长符合线性生长模型,表明此时其生长迅速,因此在幼鱼生长阶段需要加强保护力度,禁止捕捞。

3.2 孵化日期

近年来有关黄鲫孵化时间的研究较少,从早期研究结果表明,黄海南部黄鲫群体的产卵期为 5 ~ 8 月份,盛产期为 5 月中旬到 6 月下旬^[6],而从本次研究结果来看,黄海南部海域的黄鲫群体的孵化时间为当年的 1 月至 3 月,主要孵化日期集中在 2 月份,这 2 者之间在时间上有较大的差

距,具体的原因仍需要开展深入调查和研究,但是笔者认为,黄海南部海域黄鲫可能存在多个群体,群体间的产卵期可能存在较大差异,而取样位置和取样时间过于集中使得取到小群体的可能较大;当然,前后研究之间相差近 20 年,由于海洋生态、环境的改变导致资源及群体组成变化、群体个体生物学变化也可能是一个原因。

3.3 黄鲫渔获低龄化

近年来黄海南部黄鲫个体趋于小型化、低龄化,从一个侧面也反映了当前东黄沿海近海由于捕捞强度过大造成渔业资源趋于低龄化和小型化的局面^[7]。黄鲫的耳石具有较为清晰的年轮结构(夏轮和冬轮)^[6],但是从此次研究中通过耳石观察发现,所取样本耳石均未形成完整的年轮,表明黄鲫样本年龄均不到 1 龄;从近年来黄海南部海域主要渔场的渔获情况^[22]来看,当前黄鲫渔获的体长分布基本与此次实验一致,这也进一步说明黄鲫资源的低龄化。黄鲫是许多中型鱼类的重要饵料,在我国东黄海食物网结构中扮演重要的角色,其资源无节制的捕捞,势必给东黄海生态系统带来难以恢复的破坏。因此,合理保护和利用黄鲫资源尤为重要。建议在掌握主要产卵期和产卵场位置基础上,合理设置禁渔期和禁渔区;限定渔具的网目尺寸和可捕规格;降低捕捞强度。

参考文献:

- [1] 倪勇,伍汉霖. 江苏鱼类志[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [2] 庄平,王幼槐,李圣法,等. 长江口鱼类[M]. 上海:上海科学技术出版社,2006.
- [3] HONG G. Feeding habits and food composition of half-fin anchovy, *Setipinna taty* (C et V) in the Bohai Sea[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1990, 8(3): 280-288.
- [4] 孙蜀东,任一平. 黄海南部黄鲫 *Setipinna taty* (Cuvieret Valenciennes) 渔业生物学研究[J]. 海洋湖沼通报, 2003(1):62-65.
- [5] 农业部水产局及农业部黄海区渔业指挥部. 黄渤海区渔业资源调查与区划[M]. 北京:海洋出版社,1990.
- [6] 农业部水产局农业部黄海区渔业指挥部. 东海区渔业资源调查和区划[M]. 上海:华东师范大学出版社,1987.
- [7] 刘勇,程家骅,李圣法. 东海区黄鲫资源的利用现状及合理利用探讨[J]. 中国水产科学, 2006, 13(3):485-491.
- [8] 张孟海,孙同秋,李永明,等. 渤海南部性成熟黄鲫季节分布的研究[J]. 海洋湖沼通报, 1994(4):72-80.
- [9] 张孟海,王勇,张军. 渤海南部黄鲫生长与死亡特性的研究[J]. 浙江海洋学院学报:自然科学版, 2004, 23(1):31-36.
- [10] 刘勇,程家骅,陈学刚. 东海北部与黄海南部黄鲫群体洄游分布的初步研究[J]. 海洋水产研究, 2006, 27(3):1-6.
- [11] PANNELLA G. Fish otoliths: Daily growth layers and periodical patterns[J]. Science, 1971, 173(2):1124-1127.
- [12] 宋昭彬,曹文宣. 鱼类耳石微结构特征的研究与应用[J]. 水生生物学报, 2001, 25(6):613-619.
- [13] 管兴华,曹文宣. 利用耳石日轮技术研究长江中游草鱼幼鱼的孵化期及生长[J]. 水生生物学报, 2007, 31(1):18-23.
- [14] 窦硕增. 鱼类的耳石信息分析及生活史重建——理论、方法与应用[J]. 海洋科学集刊, 2007(48):93-113.
- [15] 张国华,但胜国,苗志国,等. 六种鲤科鱼类耳石形态以及在种类和群体识别中的应用[J]. 水生生物学报, 1999, 23(6):683-688.
- [16] 郭弘艺,唐文乔,魏凯,等. 中国鲚属鱼类的矢耳石形态特征[J]. 动物学杂志, 2007, 42(1):39-47.
- [17] 史方,林小涛,孙军,等. 自然种群唐鱼的耳石、日龄与生长[J]. 生态学杂志, 2008, 27(12):2159-2166.
- [18] CAMPANA S E. Otolith microstructure of three larval gadids in the Gulf of Marine, with inferences on early life history[J]. Canadian Journal of Zoology, 1989, 67:1401-1410.
- [19] DICKEY C L, ISELY J J, TOMASSO J R. Slow growth did not decouple the otolith size-fish size relationship in striped bass[J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1997, 126(6):1027-1029.
- [20] 宋昭彬,曹文宣. 长江草鱼幼鱼的生长研究[J]. 淡水渔业, 2001, 31(5):45-48.
- [21] 富丽静,解玉浩,李勃,等. 大银鱼日轮与生长的研究[J]. 中国水产科学, 1997, 4(2):21-27.
- [22] 熊瑛,汤建华,刘培廷,等. 黄海南部黄鲫(*Setipinna taty*) 资源利用分析[J]. 海洋与湖沼, 2010, 40(4):500-505.

Sagittal otolith morphology and daily increment analysis of *Setipinna taty* from Lüsi Fishing Ground

ZHANG Jian^{1,2}, LIU Bi-lin^{1,2}, CHEN Xiao-kang¹, PENG Yong-zhang³

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. Ocean and Fishery Bureau of Qidong City, Qidong 226200, Jiangsu, China)

Abstract: 231 *Setipinna taty* individuals were sampled by single-stake stownet fishery from Lüsi Fishing Ground in the south of the Yellow Sea to analyze sagittal otolith morphology and information contained. The results indicated that the otolith length ranged from 1.88 to 4.91 mm with mean of 3.75 mm and otolith weight ranged from 0.8 to 13.7 mg with mean of 6.4mg. Observation of the otoliths of *Setipinna taty* showed that the growth equation was fitted by the all otolith length (L_{OA} , mm) and fork length as follows, $L_{OA} = 2.6322 \ln(L) - 8.2612$. The relationship between L_{OA} and otolith weight (W_o , mg) was $W_o = 0.196 \times OAL^{-2.6186}$. It is induced that the age range of the *Setipinna taty* individuals measured was 60–258 days, in which 90~150 days dominated the age range, accounting for 69.5%. The linear growth equation between fork length and age (day) was $L = 0.2034 \times A + 69.12$. The estimated hatch dates of *Setipinna taty* in the south of the Yellow Sea were distributed between January and March and 83.6% concentrated in February.

Key words: *Setipinna taty*; Lüsi Fishing Ground; fork length; sagittal otolith; age