

东海北部和黄海南部小黄鱼年龄与生长的研究^{*}

严利平, 胡 芬, 凌建忠, 李圣法^{**}

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090)

摘要: 采用 2002 年 11 月~ 2003 年 10 月在东海北部、黄海南部(31°N~ 34°N, 126°E 以西)所获取的小黄鱼渔获样品, 合计采集 1 064 尾, 通过每月对小黄鱼鳞片生长轮的观察和基础生物学测定, 研究了小黄鱼的年龄和生长, 并对渔业生物学状况进行了动态分析。结果表明: 东海北部、黄海南部小黄鱼的体长范围在 75~ 220mm, 平均体长为 135.42mm; 年龄组成为当龄鱼~ 4 龄鱼, 共 5 个年龄序列, 并以当龄鱼和 1 龄鱼为主, 占 81.39%, 1~ 4 轮组的年轮形成时间为 2~ 6 月; 体长与体重的关系雌雄间无明显差异; Von Bertalanffy 生长参数在性别方面无显著性差异, 雌雄合并估算的 $L_{\infty} = 233.23\text{mm}$, $K = 0.29/\text{a}$, $t_0 = -1.4\text{a}$ 。分析和比较了东海北部、黄海南部小黄鱼的渔业生物学历史状况, 目前小黄鱼较以往任何年代渔获个体小型化、低龄化现象明显; 小黄鱼个体生长速度较 20 世纪 80 年代变慢, 低年龄段的个体生长速度较 20 世纪 90 年代加快, 生长参数随资源状况的变化而发生了较大变化。

关键词: 东海北部; 黄海南部; 小黄鱼; 年龄; 生长

中图分类号: S932.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-5174(2006)01-095-06

小黄鱼(*Larimichthys polyactis*) 分布于东海、黄海和渤海海域, 属暖温性底层鱼类, 在渤、黄、东海存在 3 个地理种群, 其中南黄海族群体最大, 尤其以长江径流影响较大的黄海南部和东海北部、水深 40~ 80m 的海区分布密度最高^[1]。在我国传统渔业历史上与大黄鱼、曼氏无针乌贼、带鱼并称四大渔业, 迄今一直是我国海洋渔业开发利用的重要捕捞对象, 占有十分重要的地位, 主要为定置网和拖网所捕获。

自 20 世纪 50~ 90 年代, 曾先后对东海北部、黄海南部小黄鱼的生长做过研究和报道^[2-4]。然而, 自 20 世纪 50 年代至今, 由于对小黄鱼资源利用程度的变化, 其群体数量发生了很大变动, 继而引起其个体生长也发生了较大变化, 因此, 对当前小黄鱼的生长研究仍具有重要意义, 以期掌握小黄鱼群体的生长规律, 从而为资源评估和渔业管理提供基础材料。基于上述原因, 本文拟通过对黄海南部、东海北部小黄鱼鳞片生长轮的周年观察, 研究其生长规律。

1 材料与方法

小黄鱼样品取自 2002 年 11 月~ 2003 年 10 月在黄海南部、东海北部(31°N~ 34°N, 126°E 以西)的拖网渔获, 各月的样品均为随机取样, 总计 1 064 尾, 测定其体长、体重、鉴别性别。

年龄鉴定以鳞片为依据, 取用小黄鱼左右胸鳍覆

盖区各 2~ 4 片鳞片。观测前将鳞片用水洗净其表面污物, 放入压鳞本用重物压平鳞片, 然后置于载玻片上, 用 10 倍的体视显微镜(型号: Olympus SZ11)在透射光下选用可鉴定年龄的鳞片^[2], 观察其年轮数并用目测微尺测量年轮径与鳞长, 精确度保留小数点 2 位。

体长与鳞长的关系用线性函数拟合, 其表达式:

$$L = a + bR.$$

式中 L : 体长, 单位为 mm; R : 鳞长, 计测鳞片中心核至外缘的直线距离, 单位为 mm。鳞长和年轮径在同一直线上测量。

各年龄的逆算体长用下式表示^[5]:

$$L_i = a + \frac{(L - a)r_i}{R}.$$

式中, L_i 为第 i 年龄或年轮的逆算体长, 单位为 mm; a : 关系式 $L = a + bR$ 的截距; L : 体长; r_i : 年轮径, 计测鳞片中心核至第 i 年轮的直线距离, 单位为 mm, 年轮径的计测以不透明带外缘为准。

运用鱼类硬骨组织来观察年轮, 表明多数鱼类随年周期形成窄带和宽带 2 个带, 在缓慢生长期出现窄带, 而在快速生长期出现宽带, 由此通过观察鳞片末端透明带边缘出现比例的月变化来确定年轮的形成时期。

体长和体重的关系用幂函数拟合, 其表达式:

$$W = aL^b.$$

* 基金项目: 国家 126 专项生物资源项目后续工作研究项目(农渔科函[2002]116 号)资助

收稿日期: 2005 04 06; 修订日期: 2005 06 16

作者简介: 严利平(1964), 男, 副研究员。E-mail: Lipingyan@smmail.cn

** 通讯作者: E-mail: shengfa@public3.sta.net.cn

式中 W : 体重, 单位为 g; L : 体长, 并引用协方差分析(ANCOVA)来检验性别间的差异。

使用逆算体长以 Ford-Walford 生长变换法^[6]和非线性回归方法^[7]拟合 von Bertalanffy 生长方程(VBGF), 从而得到必要的参数, 并运用残差平方和分析(ARSS)来比较性别间 VBGF 差异。上述统计检验均用 SPSS 软

件处理。

2 结果

2.1 体长组成

分析得到 1 064 尾小黄鱼样品的体长范围 75~220mm, 平均体长为 135.42mm(见表 1)。

表 1 东海北部、黄海南部小黄鱼取样月份、样本数、体长范围

Table 1 Sample size, range of body length (BL, mm), and sampling months of redlip croaker in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea

/ mm

月份 Month	样本数量 Sampling size	最小体长 Minimum BL	最大体长 Maximum BL	平均体长 Mean BL
2002. 11	96	104	220	141.11
2002. 12	80	120	170	139.03
2003. 01	80	121	169	139.63
2003. 02	76	106	203	138.61
2003. 03	80	117	176	145.20
2003. 04	120	97	183	133.73
2003. 05	80	120	165	138.95
2003. 06	90	114	171	133.38
2003. 07	96	82	186	150.44
2003. 08	104	90	193	124.30
2003. 09	82	75	193	135.93
2003. 10	80	80	198	105.98
合计 Total	1 064	75	220	135.42

2.2 体长与体重的关系

在取样的 1 064 尾小黄鱼中, 能够鉴别性别的尾数为 804 尾。协方差分析(ANCOVA)显示雌性和雄性间的体长与体重对应关系无明显差异($P = 0.109 > 0.05$), 所以, 体长与体重的关系按雌、雄合并拟合(见图 1), 其表达式为:

$W = 9.4288 \times 10^{-6} L^{3.1161} (r = 0.98, n = 804)$ 。

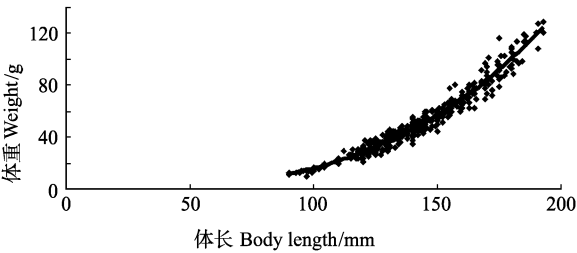


图 1 小黄鱼体重和体长的关系

Fig.1 Relationship between weight and body length of redlip croaker

2.3 年轮的形成时期

出现末端透明带边缘的每月比例呈现出 2~ 6 月

是慢速生长期, 尤以 4~ 6 月为 1 个波峰, 从 7~ 12 月为快速生长期(见图 2), 表明了每年生长轮形成 1 次。

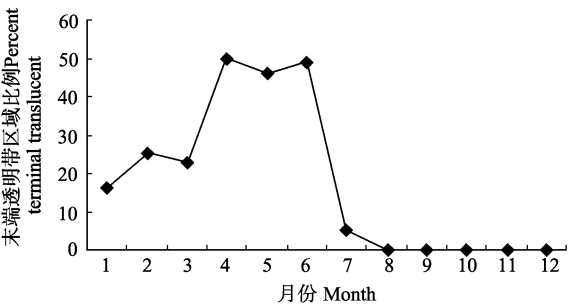


图 2 小黄鱼鳞片末端透明带区域比例月变化

Fig.2 Monthly variation in percentage of redlip croaker with a terminal translucent zone of the scale, Nov.2002 to Oct.2003

2.4 体长与鳞长的关系

用线性函数拟合的小黄鱼体长与鳞长的关系呈显著相关(见图 3), 其表达式为:

$L = 31.588 + 61.306R (r = 0.88, n = 1 064)$ 。

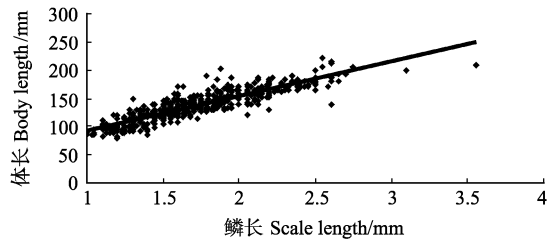


图 3 体长与鳞长的关系

Fig. 3 Relationship between body length and scale length of redlip croaker

2. 5 生长方程

2. 5. 1 体长生长方程

在 1 064 尾样品中, 能观测到至少出现 1 次年轮以

上的尾数为 670 尾, 未形成年轮的当龄鱼为 394 尾。根据计测的各年轮径、鳞长和体长, 计算得到的各年龄的逆算体长如表 2 所示。

通过 Ford- Walford 生长变换法以雌、雄合并的 VBGF 参数估算结果见表 3。通过 ARSS 检验的体长生长方程雌雄无显著性差异($P = 0. 33 > 0. 05$)。

由 Walford 生长变换法拟合的生长曲线如图 4 所示, 其表达式为:

$$L_t = 212. 57(1 - e^{-0. 43(t + 0. 69)}) (n = 670, r = 0. 93)。$$

由非线性回归方法拟合的 VBGF 的参数和生长曲线见表 3 和图 4, 其表达式为:

$$L_t = 233. 23(1 - e^{-0. 29(t + 1. 40)}) (n = 670, r = 0. 96)。$$

表 2 东海北部、黄海南部小黄鱼各年龄的观察体长和逆算体长平均值

Table 2 Observed and back calculated mean body lengths by age group for redlip croaker in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea

年龄/ a Age	尾数 Number	观察体长平均值 Observed mean BL/ mm	年轮数 Annulus number			
			I	II	III	IV
1	472	141. 08	118. 55 (427)			
2	170	162. 08	107. 67 (170)	145. 30 (170)		
3	24	193. 25	109. 84 (24)	150. 20 (24)	170. 79 (24)	
4	4	204	116. 25 (4)	148. 09 (4)	171. 56 (4)	193. 78 (4)
合计 Total	670		670	198	28	4
逆算体长加权平均值 Weighted back-calculated Mean BL/ mm			115. 46	145. 95	170. 96	193. 78
增长量 Growth increment/ mm				30. 49	25. 01	22. 82

注: 括号内表示可观察到年轮的尾数。Note: Numbers in parentheses represent the number of specimens for which the specified ring was readable.

表 3 Ford- Walford 生长变换法和非线性回归方法估算的小黄鱼生长参数

Table 3 Growth parameters obtained by the Ford- Walford plot method and the nonlinear regression method for redlip croaker

参数 Parameter	Ford- Walford 生长变换法 Ford- Walford plot	非线性回归 Nonliner regression
n	670	670
K	0. 43	0. 29
L_{∞}	212. 57	233. 23
t_0	- 0. 69	- 1. 40

2.5.2 体重生长方程

根据小黄鱼体长与体重的关系式, 求算体重生长方程。

由 Walford 生长变换法得到的体重生长方程:

$$W_t=168.73(1-e^{-0.43(t+0.69)})^{3.1161}。$$

由非线性回归方法得到的体重生长方程: $W_t=225.27(1-e^{-0.29(t+1.40)})^{3.1161}。$

表4 东海北部、黄海南部小黄鱼 VBGF 的参数估算比较

Table 4 Comparison of estimate of parameters of von Bertalanffy growth function for redlip croaker in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea

文献 Reference	分析方法 Method of analysis	参数 Parameters		
		L_{∞}/mm	K	t_0
[3]	—	292.0	0.45	-0.59
[4]	耳石 Otolith	366.0	0.118	-1.76
本研究 This study	鳞片 Scales	233.23	0.29	-1.4

注: “—”表示在文献中无分析方法描述。Note: “—” means no analysis method was described in the literature cited.

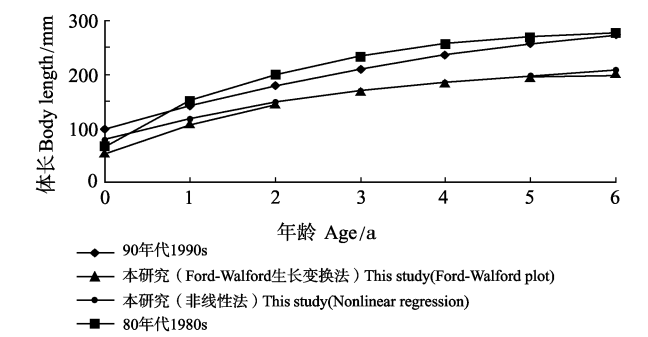


图4 不同年代东海北部、黄海南部小黄鱼生长曲线
Fig.4 Growth curves of redlip croaker in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea estimated for different decades

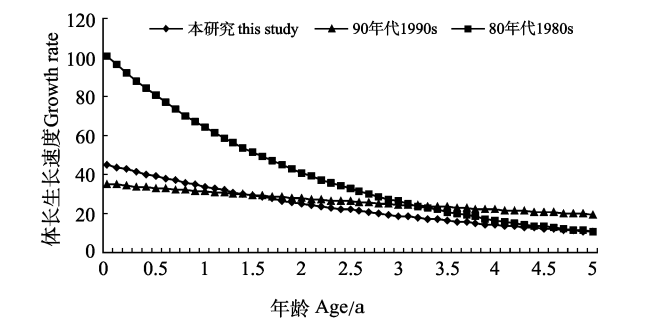


图5 不同年代小黄鱼生长速度曲线
Fig.5 Growth rate curves of redlip croaker for different decades

3 讨论

已有的研究表明, 东海北部和黄海南部的小黄鱼其地理种群属南黄海族^[1], 因此, 在取样时, 注意到该种族小黄鱼的洄游分布, 从而避免与其它种族的小黄鱼混淆。所以, 本研究结果仅代表南黄海族小黄鱼的生长规律。

出现末端透明带边缘比例的月变化表明, 年轮每

年形成1次, 年轮的形成以出现窄带为标志, 为缓慢生长期, 而宽带的形成可归为快速生长期。据以往的研究表明, 窄带出现的时间1~4轮组为2~7月^[1], 与本研究结果为2~6月基本一致。

南黄海族的小黄鱼产卵期在4~5月^[1,3], 本文的研究结果表明, 主要年轮形成时间在4~6月, 由此可见, 小黄鱼孵化后形成1~4轮的时间基本与产卵期吻合, 因此无需对生长参数 t_0 修正就可以根据小黄鱼的年龄鉴定所推算的逆算体长直接拟合VBGF生长方程。

本研究运用Ford-Walford生长变换法和非线性回归法估算VBGF参数发现, 非线性回归方法($r=0.96$)比Ford-Walford方法($r=0.93$)有较好的拟合, 并且Gallucci等^[9]、Vaughan等^[10]和Hanumara等^[11]建议由非线性方法来代替Ford-Walford生长变换法和其它线性方法, 因此, 以非线性回归方法拟合的小黄鱼生长方程作为本文研究结果(见表4)。由于本文所鉴定的年龄为1~4轮组, 因此, 求得的小黄鱼VBGF生长方程代表1~4龄鱼的生长规律。

就不同年代南黄海族小黄鱼生长速度变化状况而言(见图5), 21世纪初小黄鱼的生长速度比20世纪80年代明显变慢; 较20世纪90年代在低年龄段生长过程中的生长速度变快(至1.6龄), 在其后年龄段生长过程中的生长速度变慢, 但幅度均不大。南黄海族小黄鱼的资源变动状况是, 从20世纪70年代初, 小黄鱼资源遭受了生长型和补充型2种形式的过度捕捞, 资源迅速衰退^[1]; 20世纪80年代的小黄鱼生长速度较20世纪60年变快^[3]; 然而, 可能由于1981年起吕泗渔场实施休渔保护, 1985年以来小黄鱼幼鱼数量明显增多, 鱼卵和仔鱼数量也有所增加; 1990年以后, 资源状况呈现出恢复迹象, 但渔获物仍以幼鱼为主^[1]; 20世纪

90 年代的小黄鱼生长速度较 20 世纪 80 年代变慢(见图 5)。这一结果证实了日本学者的研究结论, 即小黄鱼的生长和体重变化成为资源变动的指标, 其生长随着资源的减少而好转^[1,12]。若以小黄鱼个体生长快慢做为资源变动的指标, 那么, 20 世纪 90 年代初以后, 小黄鱼的资源总体趋于好转。由此可见, 从 20 世纪 60 年代至今, 小黄鱼的资源经历了稳定(60 年代)至衰退(80 年代)至略有恢复(20 世纪 90 年代~ 21 世纪初)的过程。这一变化过程与东海区小黄鱼的产量变动是一致的^[13]。

从体长组成来看, 其群体的平均体长为 135.42mm, 4~ 5 月生殖群体的平均体长为 133.73~ 138.95mm(见表 1), 均小于 20 世纪 50 年代~ 90 年代的平均体长^[4]。可见, 从 20 世纪 50 年代至今, 小黄鱼渔获个体小型化的趋势加剧; 从本研究实际观察的各年龄比例来看(见表 2), 1 064 尾中当龄鱼的比例为 37.03%, 1 龄鱼为 44.36%, 2 龄鱼为 15.98%, 3 龄鱼为 2.26%, 4 龄鱼为 0.37%。可见其年龄组成以当龄鱼和 1 龄鱼为主, 占 81.39%, 反映出渔获组成中低龄化现象相当突出。

研究鱼类的种群结构和生长特征时, 至关重要的是一是年龄鉴定的可靠性。鉴定有差错, 势必对种群变动和数量的评估得出不切实际的结论。本研究通过周年的年龄观察, 从而估算的小黄鱼生长参数和得到的年龄组成, 与当前的小黄鱼渔业生物学现状和渔业状况是吻合的^[13-14], 这从 1 个侧面反映了本研究所鉴定的年龄数据和拟合的生长方程具有可信度。

参考文献:

[1] 堀川博史, 郑元甲, 孟田湘, 等. 东シナ海・黄海主要资源の生物、

生特性[M]. 长崎, 日本纸工印刷. 2001: 398-415.

- [2] 王尧耕, 钱世勤, 熊国强. 海洋渔业资源论文选集[M]. 北京: 农业出版社, 1962: 159-173.
- [3] 毛锡林, 俞积楚, 秦忆芹. 东海区渔业资源调查和区划[M]. // 小黄鱼. 上海: 华东师范大学出版社, 1987: 343-346.
- [4] 水柏年. 黄海南部、东海北部小黄鱼的年龄与生长研究[J]. 浙江海洋学院学报: 自然科学版, 2003, 22(1): 16-20.
- [5] Lee R M. A review of the methods of age and growth determination by means of scales[J]. ser. II, Fishery Invest Lond, 1920, 4(2): 32.
- [6] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 31-34.
- [7] Ratkowsky D A Nonlinear regression modelling[M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1983: 276.
- [8] 刘效舜, 杨丛海, 叶翼雄. 海洋渔业资源论文选集[M]. 北京: 农业出版社, 1962: 136-148.
- [9] Gallucci V F, Quinn T J. Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model[J]. Trans Am Fish Soc, 1979, 108: 14-25.
- [10] Vaughan D S, Kanciruk P. An empirical comparison of estimation procedures for the von Bertalanffy growth equation[J]. J Cons Explor Mer, 1982. 40: 211-219.
- [11] Hanumara R C, Hoenig N A. An empirical comparison of a fit of linear and nonlinear models for seasonal growth in fish[J]. Fish Res, 1987, 5: 359-381.
- [12] 三尾真一. 主要底鱼の成长および成熟の经年变化[J]. 西海水研报, 1975(47): 75-81.
- [13] 林龙山. 东海区小黄鱼现存资源量分析[J]. 海洋渔业. 2004, 26(1): 18-23.
- [14] 林龙山, 程家骅. 东海区小黄鱼渔业生物学现状的分析[J]. 中国海洋大学学报. 2004, 34(4): 555-570.

Study on Age and Growth of *Larimichthys polyactis* in the East China Sea

YAN Li-Ping, HU Fen, LING Jiar-Zhong, LI Sheng-Fa

(East China Sea Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on counts of growth rings of scale and basic biological mensuration of redlip croakers (*Larimichthys polyactis*), the samples collected monthly in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea ($31^{\circ}\text{N} \sim 34^{\circ}\text{N}$, west of 126°E) from Nov. 2002 to Oct. 2003 (a total of 1 064 specimens) were studied in terms of age and growth rate and analyzed in terms of the fishery biological state of redlip croaker. The results showed that the body length of individuals ranged from 75 to 220mm, the weighted mean body length was 135.42mm. The age groups of redlip croaker were composed of young-of-the-year (YOY) and 1~4a, 5 age groups in total, and the majority individuals were YOY and age 1 in years, accounting for 81.39%. Monthly examination of the outer margins of scale showed that the opaque zone was formed once a year with the peak in February-June. The relationship between body length and weight showed no significant difference between sexes. The von Bertalanffy growth parameters showed no significant difference between sexes. The growth parameters for the combined sexes were estimated as follows: asymptotic length (L_{∞}) = 233.23mm, growth coefficient (K) = 0.29/a, and age at zero length (t_0) = -1.4a. And the analysis and comparison of fishery biological historical data of redlip croaker in the south of the Yellow Sea and the north of the East China Sea showed that the trend of low-age and small size features was more distinct than ever. But now redlip croaker individuals grew slower than in the 1980s, and faster than in the 1990s in low-age period. The growth parameters had changed greatly with the change of resource scenario

Key words: north of the East China Sea; south of the Yellow Sea; *Larimichthys polyactis*; age; growth

责任编辑 于卫