

黄海南部小黄鱼生长、死亡和最适开捕体长

张国政^{1,2}, 李显森¹, 金显仕¹, 朱建成¹, 戴芳群¹

(1. 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要: 根据2008–2009年在黄海南部海域底拖网采集的小黄鱼 [*Larimichthys polyactis* (Bleeker, 1877)] 样本的生物学资料, 应用FiSAT软件对小黄鱼的生长、死亡参数进行估算, 通过Beverton-Holt模型评价小黄鱼资源的利用状况, 并与临界体长、拐点体长等进行比较, 以确定最适开捕体长。结果显示: (1) 小黄鱼的体长(L)和体质量(W)关系式为 $W=0.0268 \times L^{2.814}$ 。(2) 应用FiSAT软件拟合的 von Bertalanffy 生长方程参数为 $L=27$ cm, $k=0.45$ a⁻¹, $t_0=-0.47$ a; (3) 总死亡系数 $Z=2.40$, 自然死亡系数 $M=0.77$, 捕捞死亡系数 $F=1.63$, 开发率 $E=0.68$ 。(4) 在现行的捕捞死亡系数 $F=1.63$ 下, Y_w/R 达到最大值时开捕年龄和开捕体长分别为 1.41 a 和 15.42 cm; 拐点年龄和体长分别为 1.83 a 和 17.41 cm; 临界年龄和体长分别为 1.70 a 和 16.82 cm。现阶段小黄鱼资源已处于过度开发状态, 综合考虑渔民利益和资源修复需要, 建议黄海南部小黄鱼的最适开捕规格定为体长 14.83 cm。[中国水产科学, 2010, 17(4): 839–846]

关键词: 小黄鱼; 生物学参数; 最适开捕规格; Beverton-Holt 模型; 黄海南部

中图分类号: S937.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2010)04-0839-08

小黄鱼 [*Larimichthys polyactis* (Bleeker, 1877)] 为暖温性底层经济鱼类, 广泛分布于渤海、黄海和东海, 是底拖网作业的主要捕捞对象之一。但是 20 世纪 60 年代中期以后, 由于捕捞强度的不断增大, 资源量开始大幅下降^[1]。近几年来, 由于伏季休渔制度的实施以及产卵场的有效保护, 产量有所回升^[2], 但是其群体结构和生物学特征却发生了很大的变化, 个体小型化、低龄化趋势逐渐加剧^[3]。根据小黄鱼的分布特征, 可将小黄鱼划分为黄渤海种群、黄海南部种群以及东海种群^[4]。本研究中所选小黄鱼样品属黄海南部种群。

很多学者曾对小黄鱼的生物学参数进行了估算^[3,5-6], 并对其资源状况进行了评估, 但近几年通过生物学参数确定小黄鱼开捕规格的研究相对较

少, 只有林龙山等^[5]曾针对东海小黄鱼进行过研究; 而且随着时间的推移, 小黄鱼的群体结构和生物学特征发生了很大变化, 个体小型化、低龄化现象严重^[1,6]。国家在《水产资源繁殖保护条例》中制订的开捕规格已不适合现在渔业状况, 目前亟需在了解其生物学特征并充分考虑渔民利益的基础上制定新的开捕规格, 以保证条例的有效实施, 从而为有效保护小黄鱼资源提供具体的实施标准。

本研究利用黄海南部底拖网调查收集的大量数据, 运用 FiSAT 技术软件, 对小黄鱼的群体结构、生物学参数等进行研究, 并通过建立 Beverton-Holt 动态综合模型, 评价资源利用状况, 从小黄鱼生长的各个角度并全面考虑各方利益, 确定最适开捕规格, 以为小黄鱼资源的合理利用提供科学依据。

收稿日期: 2009-10-29; 修订日期: 2009-12-25.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30371104; 40906086); 国家重点基础研究规划项目 (2006CB400608); 山东省泰山学者专项基金资助项目; 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金资助项目。

作者简介: 张国政 (1985-), 男, 硕士研究生, 主要从事渔业资源研究. E-mail: oceanwind205@163.com

通讯作者: 李显森, 副研究员. E-mail: lixs@ysfri.ac.cn

1 材料与方法

1.1 材料

实验所用样品为“北斗”号调查船和生产渔船于2008年4月到2009年3月在黄海南部海域(121°30′–123°30′E,32°–34°N)(图1)渔业资源调查的底拖网渔获,每月随机选取不少于50尾进行生物学测定(全长、体长、体质量、纯重、摄食等级等),共测定1707尾。各站小黄鱼体长频数的整理均按1.0 cm的组距进行,并按渔获尾数和测定尾数的比例作频数加权处理。体长频数整理时按月进行,整理后的体长(L)频率时间序列见图2。

1.2 材料与方法

小黄鱼的生长 采用 von Bertalanffy 生长方程 $L_t=L_{\infty}[1-e^{-k(t-t_0)}]$ 拟合,其中, L_t 为 t 龄时的体长; L_{∞} 为渐近体长,也称极限体长; k 为生长系数,为生长曲线的平均曲率,表示趋近渐近值的相对速度; t_0 为理论初始年龄。生长特征的过程变化则分别用生长速度和生长加速度曲线来描述。生长参数 L_{∞} 、 k 根据体长频率的时间序列,采用 FiSAT II 软件中的 ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis I) 拟合^[8-9]。

总死亡系数 Z 采用变换体长渔获曲线法估算^[10-13]。根据渔获曲线方程 $\ln(N/\Delta t)=a+bt$,其中 N

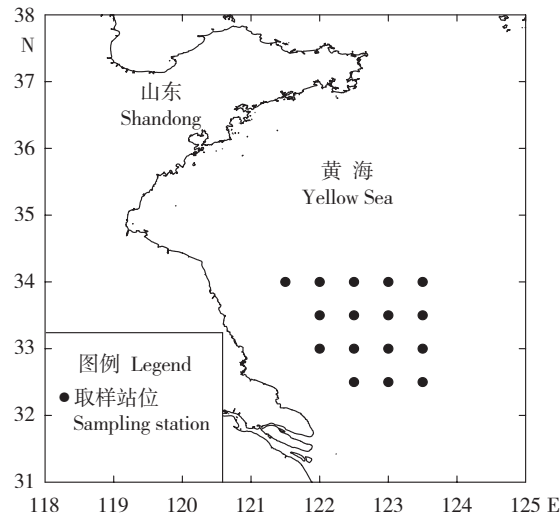


图1 黄海南部海域渔业资源调查站位示意图
Fig. 1 Sketch map of station for fishery resource investigation

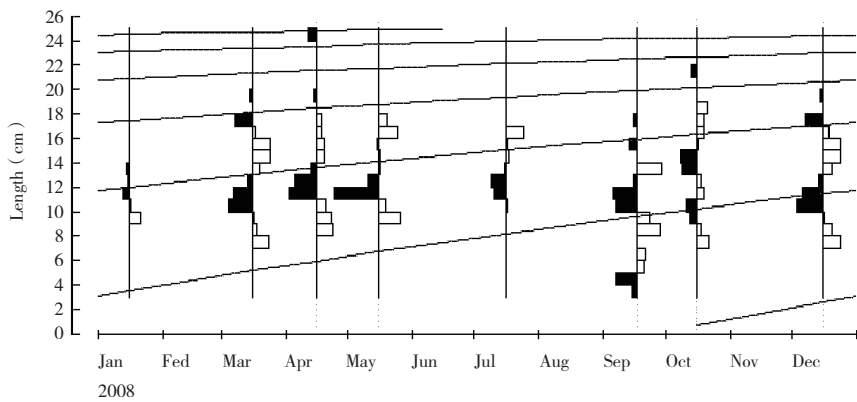


图2 小黄鱼体长频率时间序列及根据体长频率应用ELEFAN I拟合的生长曲线
Fig. 2 Body-length frequency of small yellow croaker and growth curve estimated by ELEFAN I

为各体长组的尾数占总渔获尾数的百分比; Δt 为相应体长组的下限生长到上限所需要的时间; t 为各体长组中值所对应的年龄; 总死亡系数为下降部分的点作线性回归所得斜率的负值, 即 $Z = -b$ 。

自然死亡系数 M 采用公式 $\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln k + 0.4634 \ln T(2)^{[14]}$, 式中, T 为小黄鱼栖息环境的年平均水温 ($^{\circ}\text{C}$), 本研究采用黄海南部小黄鱼栖息环境的年平均水温为 $13.6^{\circ}\text{C}^{[15]}$ 。由于式(1)、式(2)中 L_{∞} 为全长, 故需将体长渐近值换算为全长。为此, 根据调查数据选取 100 尾小黄鱼的体长 (BL) 和全长 (TL) 数据, 拟合得到以下直线方程: $TL = 0.9814 BL + 3.281 (R = 0.9537)$ (3), 据此求出小黄鱼的渐近全长。

临界年龄 T_c 临界年龄是一个世代在没有捕捞的情况下资源生物量达到最大值时的年龄, 采用公式: $T_c = [k \times t_0 - \ln M + \ln(b \times k + M)]/k$ 计算^[16]。

拐点年龄 t_p 采用公式: $t_p = \ln b/k + t_0$ 计算, 式中 b 为体长-体质量关系式中的幂指数。

资源评估及其管理 采用 Beverton-Holt^[17] 单位补充量渔获量模式。

$$Y_w/R = FW_{\infty} e^{-M(t_c - t_r)} \sum_{n=0}^3 \frac{Q_n e^{-nk(t_c - t_0)}}{F + M + nK} [1 - e^{-(F+M+nK)(t_2 - t_c)}]$$

$$(n=0, 1, 2, 3; Q_n=1, -3, 3, -1)$$

式中: Y_w/R 为单位补充量渔获量; W_{∞} 为渐近体质量; t_r 为补充年龄, 小黄鱼的补充年龄取 0.3 龄^[18]; t_c 为开

捕年龄; t_{λ} 为渐近年龄, 即历史上出现的最大年龄, 这里取 23 龄^[19]。

1.3 数据处理

采用 SPSS 13.0 进行数据处理, Microsoft Excel 2003 和 Goden Software Surfer 8.0 软件绘制图表。

2 结果与分析

2.1 体长-体质量关系

采用 SPSS 中的一维方差分析^[12] (One-Way ANOVA) 将雌、雄小黄鱼的体质量对体长回归方程进行显著性差异检验, 其中体长的取样以 3.5 cm 为起点, 最大体长为 19.5 cm, 组间间隔 1 cm, 共 16 组, 体质量是依体长-体质量关系式计算出的理论值。结果表明, $F = 1 \times 10^{-3} < 1$, $P < 0.05$, 即雌、雄小黄鱼的生长没有显著性差异。同时平衡各体长组相对权重, 得出小黄鱼的体长 (cm) 和体质量 (g) 回归关系曲线为 $W = 0.0268 \times L^{2.814} (R^2 = 0.9911, n = 817)$ (图 3)。

2.2 生长特征

本研究使用 von Bertalanffy 生长方程 (VBGF) 来描述小黄鱼的生长特征, 通过 FiSAT 软件中的 ELEFAN 技术拟合出的各生长参数为 $L_{\infty} = 27$ cm, $W_{\infty} = 285.75$ g, $k = 0.45 \text{ a}^{-1}$, 采用经验公式得出 $t_0 = -0.47$ a, 故体长生长方程: $L_t = 27 \times [1 - e^{-0.45(t+0.47)}]$; 体质量生长方程: $W_t = 285.75 \times [1 - e^{-0.45(t+0.47)}]^{2.814}$ 。图 4 是根据生长方程绘出的小黄鱼体长、体质量生长曲线。

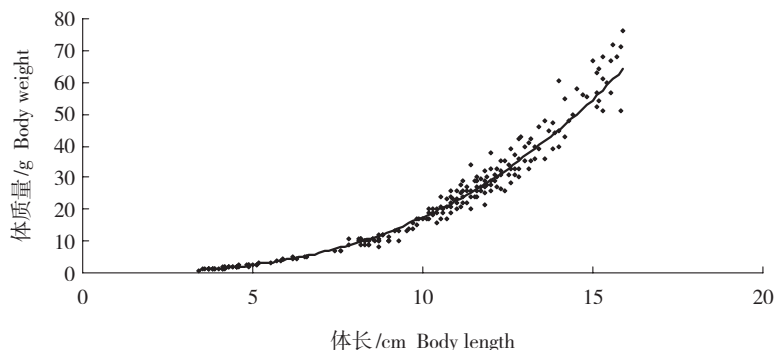


图3 小黄鱼体长-体质量关系曲线

Fig. 3 Relationship between body length and body weight of small yellow croaker

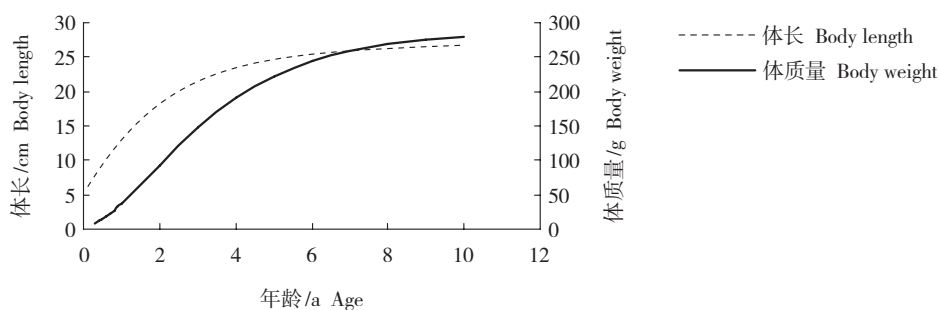


图4 小黄鱼的体长、体质量生长曲线

Fig. 4 Growth curves in body length and body weight of small yellow croaker

为进一步研究生长过程的变化特征,将反映生长特征的生长方程对 t 求一阶、二阶导数,可求得生长速度跟加速度公式(图5、图6):

$$dl_t/dt = kL_{\infty}e^{-k(t-t_0)};$$

$$d^2l_t/dt^2 = -k^2L_{\infty}e^{-k(t-t_0)};$$

$$dw_t/dt = bKW_{\infty}e^{-K(t-t_0)}[1 - e^{-k(t-t_0)}]^2;$$

$$d^2w_t/dt^2 = bK^2W_{\infty}e^{-K(t-t_0)}(1 - e^{-K(t-t_0)})(be^{-K(t-t_0)} - 1);$$

小黄鱼的体长生长速度曲线是一条随年龄增加而减小,直至趋近于零的曲线(图5)。体质量生长速度曲线系一条抛物线(图6),先随着年龄的增加而递增,当到达拐点年龄 $t_p = 1.83$ a时,体质量生长速度最大,生长加速度为零;当 $t > 1.83$ a时,则随年龄的增加而递减,此时体质量生长加速度则由正值转

变为负值。经计算小黄鱼拐点年龄对应的体质量为83.06 g,位于 $0.29 W_{\infty}$ 处,对应的体长为17.41 cm。

2.3 小黄鱼的死亡参数

总死亡系数由长度变换渔获曲线法估算,选取10个点(黑点)作线性回归(图7),拟合的直线方程为 $\ln(N/\Delta t) = -2.3922t + 3.8217$ ($R = 0.9472$),方程的斜率为 -2.3992 ,故黄海南部小黄鱼的总死亡系数 $Z = 2.40$;小黄鱼的渐近体长值 $L_{\infty} = 27.00$ cm,根据式3计算出其渐近全长为29.78 cm,根据式2求得自然死亡系数 $M = 0.77$,总死亡系数为捕捞死亡系数和自然死亡系数之和,故捕捞死亡系数 $F = Z - M = 1.63$,开发率 $E = F/Z = 0.68$ 。

2.4 单位补充量渔获量

以捕捞死亡系数 F 作为 x 轴,开捕年龄 t_c 作为 y

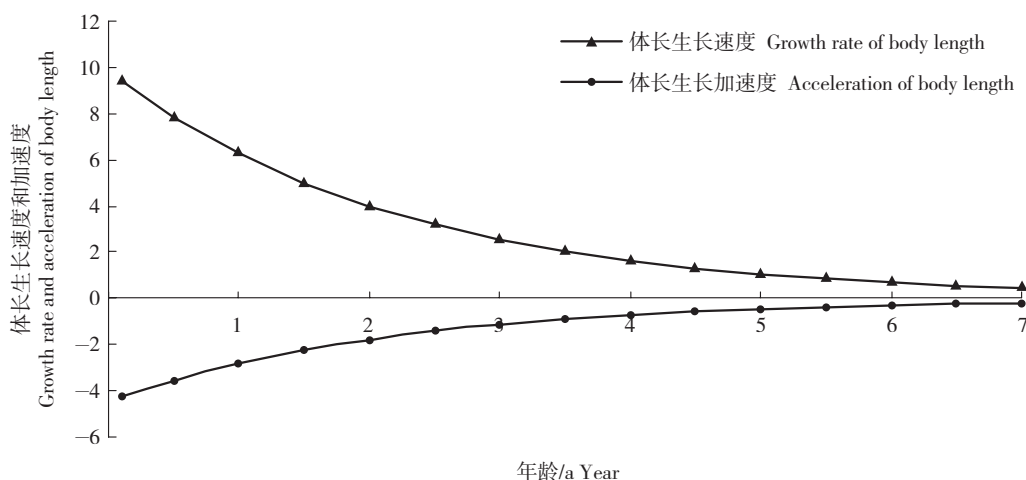


图5 小黄鱼体长生长速度和加速度曲线

Fig. 5 Growth rate and acceleration rate in body length of small yellow croaker

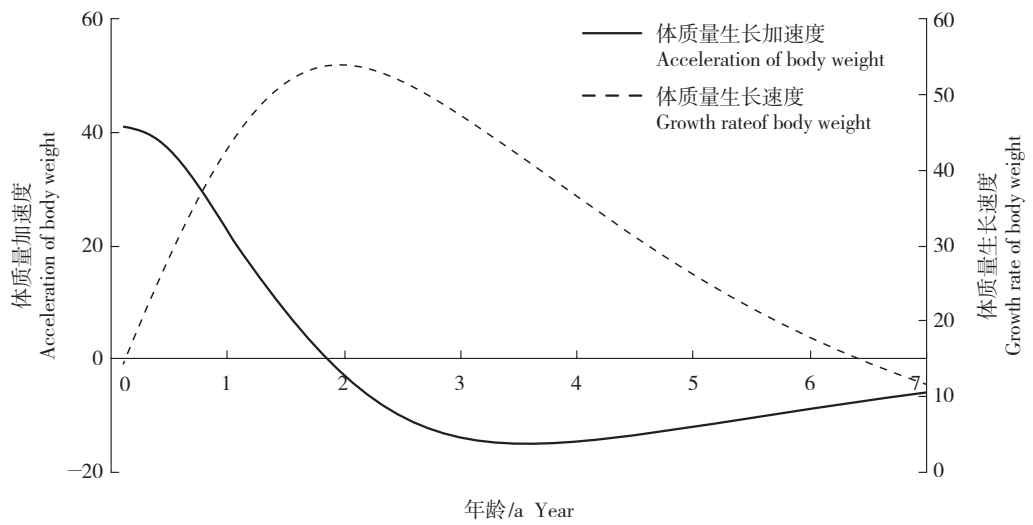


图6 小黄鱼体质量生长速度和加速度曲线
Fig. 6 Growth rate and acceleration rate in body weight of small yellow croaker

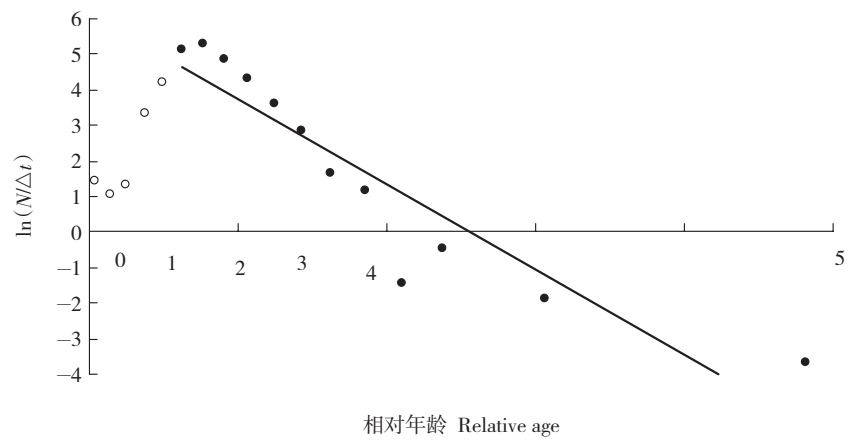


图7 根据体长变换渔获曲线估算总死亡系数
Fig.7 Estimation of total mortality from length-converted catch curve

轴,绘制单位补充量渔获量曲线(图8),图中OA线是 F 一定,变化 t_c 的最大产量点连成的线,即最佳 t_c 点连线;OB线是最佳 F 点连线,两者之间的区域称为最适产量区。 P 点($F=1.63$, $t_c=0.30$ a)为渔业的现行点,其对应的单位补充量渔获量 $Y_w/R=15.18$ g。通过 P 点的垂直线是在目前捕捞死亡系数 $F=1.63$ 下,单位补充量渔获量随 t_c 的变化情况,其与OB线的相交点为0.82龄,对应体长为11.89 cm,单位补充量渔获量达到20.46 g;与OA线相交于1.41龄,对应体长15.42 cm,单位补充量渔获量达到最大值22.05 g,

相比现行点增加了45.26%。从建立的Beverton-Holt模型可以看出,在不改变当前捕捞死亡系数的前提下,小黄鱼最适产量区对应的开捕体长为11.89~15.42 cm。

3 讨论

3.1 小黄鱼生长参数的估算

小黄鱼是中国重要的海洋经济鱼类之一,研究其渔业生物学对资源的合理利用有着重要的意义。拟合小黄鱼生物学参数的方法有很多^[20],传统

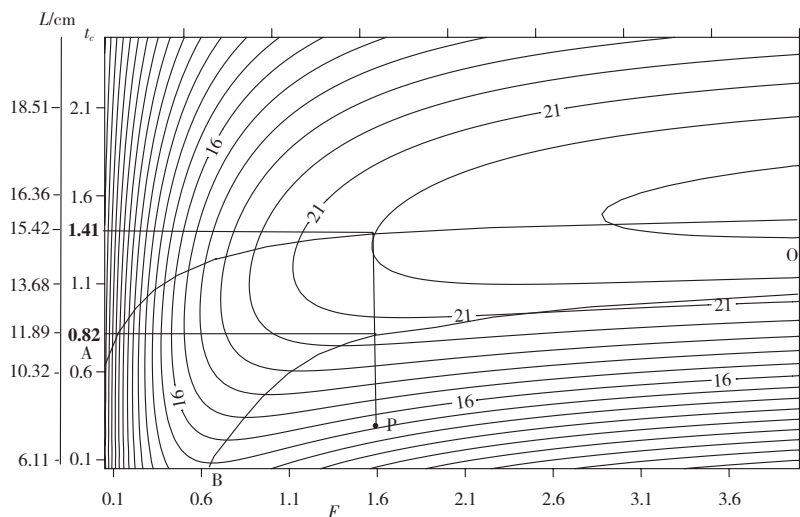


图8 黄海南部小黄鱼的单位补充量等渔获量曲线
Fig. 8 Y_w/R of small yellow croaker in the Southern Yellow Sea

方法主要以年龄和对应体长为基础;近几年来,由于ELEFAN技术解决了鉴定年龄的困难,克服了在推算年龄和生长参数中存在的主观性误差,因此得到了越来越多的应用,很多报道采用这一方法均取得了较好的拟合效果^[21-24]。

3.2 不同海区小黄鱼生长特征比较

将渤海、东海与本研究得出的黄海南部种群小黄鱼生长参数进行比较^[3,25],发现各海区小黄鱼生长参数差别明显,但没有显示一定的规律性。不同海区小黄鱼生长参数的明显差异可解释为,渐近体长、理论初始年龄和生长系数在实际计算过程中起着互相修正的作用,虽然各参数在海区之间的差异没有一定的规律性,但它们的组合却体现着小黄鱼生长在海区之间的差别,这种差别由鱼类生长的种群密度、水温和饵料等特定生态环境所决定^[26]。

3.3 最适开捕体长的确定

小黄鱼的生长速度反映生命过程中体长和体质量增加的快慢程度,了解了各个阶段的生长速度以后,就可以选择个体转入慢速生长期之前对资源加以利用,拐点年龄是绝对生长速度达到最大值时的年龄,就个体而言,拐点前生长速度快,因此对小黄鱼资源进行开发,应在拐点年龄之后,此时理论上小黄鱼个体的商业价值最高,本研究计算出的小黄

鱼的拐点年龄为1.83 a,对应体长17.41 cm;对一个世代来讲,在未开发的情况下,临界年龄之前其资源生物量一直在增加,其后则逐渐下降直到该世代完全消失,因此整体开发小黄鱼资源应在资源生物量下降前,即在临界年龄 $t_c=1.70$ a之前进行开发,此时对应体长为16.82 cm;从群体补充的角度上,要保证小黄鱼至少有一次产卵机会,一龄小黄鱼大部分已达到性成熟^[18],因此,开捕年龄在一龄之后,能够保证大部分个体进行一次生殖活动,从而保证资源的有效补充,本研究中计算的1龄鱼体长为13.07 cm;从单位补充量渔获量角度来看,在现行的捕捞死亡系数下,当开捕年龄位于0.82 ~ 1.41 a时,其单位补充量渔获量位于最适产量区,对应的体长为11.89 ~ 15.42 cm。从渔民的经济效益角度来看,现行小黄鱼的开捕年龄为0.3 a,对应的 $Y_w/R=15.18$ g,体长7.91 cm,若增大开捕年龄到1.3 a,即翌年休渔结束之后,则 Y_w/R 达到22.09 g,已十分接近最大值,而且亦接近于生长拐点,其经济效益也更为可观。因此,从小黄鱼生物学特征和渔民的经济利益两方面出发,将小黄鱼的开捕年龄定为1.3 a,对应的开捕体长为14.83 cm。

3.4 小黄鱼资源的利用现状及合理利用

若以Gulland^[27]提出的一般鱼类的最适开发率为

0.5的标准来判断渔业资源的开发程度,则目前黄海南部小黄鱼资源已处于过度利用状态($E=0.68$)。若通过单位补充量渔获量模型来看,开捕年龄 t_c 及捕捞强度 F 这两个基准点($F=1.63$, $t_c=0.3$, $Y_u/R=15.18$ g)均处于最适产量区的下方,表明此时小黄鱼资源已处于过度开发状态。

通过 P 点的水平线表示在维持现行的开捕年龄 t_c 不变的情况下单位补充量渔获量随捕捞死亡系数 F 的变化情况,由图8可知,在 $t_c=0.3$ 龄时,随着 F 的不断增大,单位补充量渔获量逐渐增大,当 $F=0.8$ 时,单位补充量渔获量达到最大值16.68 g,比现行渔业点增加了9.88%,之后随着 F 的增大而逐渐减小,因此,若维持 $t_c=0.3$ 不变,其 F 值应小于0.8;通过 P 点的垂直线为维持 $F=1.63$ 不变的情况下单位补充量渔获量随 t_c 的变化情况,当 $t_c=1.41$ a时,单位补充量渔获量达到最大值22.05 g,比现行渔业点增加了45.26%,可见,调整开捕体长比调整捕捞死亡水平的效果更为显著,对于渔业管理而言,控制开捕体长即限制网目尺寸比减小捕捞死亡水平(减少捕捞渔船)更容易执行。因此,只有严格控制网目尺寸并遵守禁渔期制度,小黄鱼资源才有可能得到有效恢复。

国家于1979年颁布实施了《水产资源繁殖保护条例》,但其中主要捕捞种类的开捕规格基本上是凭生产经验而定,制订依据不够充分^[28],而且由于种种原因未能很好实行,在经过30年的高强度捕捞之后,小黄鱼的群体结构跟生物学特征也发生了很大的变化^[3]。因此,本研究结果在充分考虑小黄鱼生长特性的基础上,充分考虑了渔民的利益,有利于政策的有效实施,在当前渔业结构进行重大调整的时期,可以为修改和制订小黄鱼开捕规格渔业法规提供参考依据。

参考文献:

- [1] 赵传纲,陈永法,洪港船. 东海区渔业资源调查和区划[M]. 上海: 华东师范大学出版社,1990.
- [2] 程家骅,刘子藩,林龙山,等. 东海区伏季休渔渔业生态效果的分析研究[J]. 中国水产科学,1999,6(4): 81-85.
- [3] 郭旭鹏,金显仕,戴芳群. 渤海小黄鱼生长特征的变化[J]. 中国水产科学,2006,13(2): 243-248.
- [4] 王贻观,马珍影,尤红宝. 小黄鱼分布洄游的初步研究(摘要)[A]. 渔业资源论文选集[C]. 北京: 农业出版社,1965: 9-11.
- [5] 林龙山. 东海区小黄鱼现存资源量的分析[J]. 海洋渔业,2004,26(1): 19-23.
- [6] 程家骅,林龙山,凌建忠,等. 东海区小黄鱼伏季休渔效果及其资源合理利用探讨[J]. 中国水产科学,2004,11(6): 554-560.
- [7] 郑元甲,陈雪忠,程家骅,等. 东海大陆架生物资源与环境[M]. 上海: 上海科技出版社,2003.
- [8] Pauly D. ELEFAN I: User's instruction and program listings. ICLARM, Manila, 1980.
- [9] Pauly D. ELEFAN II: User's instruction and program listings. ICLARM, Manila, 1980.
- [10] Pauly D. Length-converted catch curve. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I) [J]. Fishbyte, 1983, 1(2): 9-13.
- [11] Pauly D. Length-converted catch curve. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II) [J]. Fishbyte, 1984, 2(1): 17-19.
- [12] Pauly D. Length-converted catch curve. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part III: Conclusion) [J]. Fishbyte, 1984, 2(3): 9-10.
- [13] 林龙山,程家骅,任一平,等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析[J]. 中国水产科学,2004,11(4): 333-338.
- [14] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock [J]. J Cons int Explor Mer, 1980, 39(3): 175-192.
- [15] 唐启升. 中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境[M]. 北京: 科学出版社,2006: 35-45.
- [16] 袁蔚文. 南海北部主要经济鱼类的生长方程和临界年龄[C]. 南海水产研究文集,广州: 广东科技出版社,1989: 61-76.
- [17] 舒黎明,邱永松. 南海北部花斑蛇鲷生长死亡参数估计及开捕规格[J]. 湛江海洋大学学报,2004,24(3): 30-35.
- [18] 唐启升,叶懋中. 山东近海渔业资源开发与保护[M]. 北京: 农业出版社,1990: 70-80.
- [19] 刘效舜,吴敬南,韩祖光,等. 黄渤海区渔业资源调查与区划[M]. 北京: 海洋出版社,1990: 191-192.
- [20] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社,1995: 35-40.
- [21] 林龙山,程家骅,任一平,等. 东海区小黄鱼种群生物学特性的分析[J]. 中国水产科学,2004,11(4): 333-338.
- [22] 王雪辉,邱永松,杜飞雁. 南海北部深水金线鱼生物学及最适开捕体长[J]. 应用生态学报,2005,16(2): 2428-2434.
- [23] 舒黎明,邱永松. 南海北部花斑蛇鲷生长死亡参数估计及开捕规格[J]. 湛江海洋大学学报,2004,24(3): 30-35.

- [24] 陈国宝,邱永松. 南海北部陆架区蓝圆鲹的生长、死亡及合理利用研究[J]. 台湾海峡, 2003, 22(4): 458–464.
- [25] 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): 565–570.
- [26] 朱江峰,邱永松. 南海北部带鱼生长死亡与参数动态模式[J]. 海洋学报, 2005, 27(6): 93–97.
- [27] Gulland J A. Fish stock assessment: a manual of basic method. FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, 1984, 8(1): 68–69.
- [28] 陈丕茂. 南海北部主要捕捞种类开捕规格的研究[J]. 水产学报, 2004, 28(4): 393–399.

Growth, mortality and optimum catchable size of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker) in the Southern Yellow Sea

ZHANG Guozheng^{1,2}, LI Xiansen¹, JIN Xianshi¹, ZHU Jiancheng¹, DAI Fangqun¹

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Based on the biological data collected from the trawl fishery survey in the southern Yellow Sea from 2008 to 2009, growth and mortality parameters of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* (Bleeker, 1877)) were estimated by the FiSAT II software, and status of stock and optimal first capture size were assessed by Beverton-Holt model. Optimum catchable size was determined by comparing the critical size and the length of point of inflection. The result showed that: (1) the relationship between body length and body weight can be expressed as $W=0.0268 \times L^{2.814}$; (2) Growth parameters can be described by the von Bertalanffy growth equation, the parameters were estimated to be $L_{\infty}=27.00$ cm, $k=0.45$ a⁻¹ and $t_0=-0.47$ a; (3) Mortality coefficients were estimated to be $Z=2.40$, $M=0.77$, $F=1.63$ and exploration rate $E=0.68$; (4) Under the actual fishing mortality coefficient $F=1.63$, Y_u/R can get maximum when the first capture age and size were 1.41a and 15.42 cm. It was suggested that the optimum catchable size of small yellow croaker in the Southern Yellow Sea was 14.83 cm. [Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(4): 839–846]

Key words: small yellow croaker; biological parameter; optimum catchable size; Beverton-Holt model; southern Yellow Sea

Corresponding author: LI Xiansen. E-mail: lixs@ysfri.ac.cn