

东海区黄鲫资源的利用现状及合理利用探讨

刘勇,程家骅,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:对来自东海区的315尾黄鲫样本鱼进行生物学测定,使用Bhattacharyya方法把所获样品体长频率分布划分成不同的平均体长组,推算出各个组的年龄,求出生长参数,探讨生长规律。再依据B-H模型计算、分析在不同开捕年龄和不同捕捞强度下的单位补充量渔获量(Y_N/R 和 Y_W/R)、单位补充量资源量($\bar{P}_W/R$ 和 $\bar{P}_N/R$)、渔获质量(平均体质量 $\bar{W}_p$ 、平均体长 $\bar{L}_p$ 和平均年龄 $\bar{T}_p$)的情况。结果表明,该资源已过度捕捞,应采取适当措施来保持资源的可持续利用;若保持当前捕捞强度不变,则必须把开捕年龄限制在2.38龄较合适;若能同时改变捕捞强度和开捕年龄,则可以把当前的开捕年龄限制在1.50龄,捕捞死亡率降到1.34,这样黄鲫资源仍能够得到保护和合理利用。[中国水产科学,2006,13(3):485-491]

关键词:黄鲫;资源状况;合理利用

中图分类号:S931.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2006)03-0485-07

东、黄海区黄鲫(*Setipinna taty*)分布很广,是历年渔业产量的主要来源之一。因黄鲫经济价值不高,故其产量之大也易被忽视^[1]。随着传统资源的相继衰退,一些小型鲚鱼类已成为主要的捕捞对象,其产量呈大幅度提高,黄鲫的捕捞也成为渔业的重要组成部分。20世纪70年代中国黄鲫年产量超过10万t^[2],进入80年代,黄鲫的产量呈继续增长的好势头^[1]。但近几年随着捕捞强度的增大,鲚鱼类资源亦呈下降趋势^[3],目前黄海鲚资源生物量已出现下降迹象^[4],而东海的黄鲫资源,如果继续维持目前的捕捞强度,可能会有同样的结果。黄鲫是小型中上层鱼类,主要摄食浮游动物,它又是许多大中型鱼类的重要饵料生物^[5],在东海食物网结构中扮演着重要角色,如果继续对黄鲫资源无节制的捕捞,将会给东海的生态系统带来难以恢复的破坏。本研究通过对黄鲫的生物学和年龄生长规律进行探讨,结合用B-H数学模型为该鱼种的保护利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 生长参数的计算

1.1.1 材料 在东海区渔业资源监测调查(调查船

为底曳双拖渔轮,功率为183.25 kW/艘,网具为100目×4 m,网囊网目为2.5 cm)的渔获物中随机抽取样本鱼:2000~2002年连续3年4月中旬至4月底,取样共计315尾,收集其叉长、体质量数据。其中最大叉长为191 mm,最小叉长为59 mm;最大体质量为68 g,最小体质量为2 g;平均叉长和体质量分别为 (138.62 ± 27.42) mm和 (25.56 ± 13.44) g。

1.1.2 方法 采用Bhattacharyya^[6]的分组方法根据所收集的黄鲫体长分布频率把黄鲫分成不同的年龄群体,同时求得对应年龄的平均叉长。分组过程中会产生一个划分指数(SI),其大小可以反映出分组可信度的高低,一般认为划分指数在2.0以上的都较为可信^[6]。然后再根据各龄叉长值使用Walford法^[7-8]计算生长参数 L_∞ 、 K 、 t_0 。

1.2 死亡参数的计算

1.2.1 总死亡系数 数据采自2000~2003年连续4年间、在黄鲫产量较高的4~9月份的随机采样,共计样品692尾(表1)。估算总死亡系数的方法有许多^[8],本研究采用2种方法来估算,求其平均值。

方法一:根据黄鲫的体长组成资料的线性渔获曲线来估算出黄鲫的总死亡系数 $Z^{[9-10]}$,具体计

收稿日期:2005-04-19;修订日期:2005-07-08。

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(G1999043712);科技部公益性项目(2002-2003)。

作者简介:刘勇(1977-),男,实习研究员,从事海洋渔业资源与生态学研究。E-mail:liuyong7707@yahoo.com.cn

通讯作者:程家骅。E-mail:zhyuan@sh163.net

算是采用 FISAT II 软件进行。

表1 计算黄颡总死亡系数所采用数据

Tab.1 Data for estimating the total mortality coefficient

年份 Year	月份 Month	采样数 N
2000	4,9	287
2001	4,9	255
2002	4,9	60
2003	6,9	90

方法二:采用最原始的估算鱼类总死亡系数的 Baranov 法^[8]。Baranov 用减少系数 H 表示群体数量减少的数量指标:

$$H = \frac{\ln n_1 - \ln n_2}{l_2 - l_1}$$

式中: n_1 、 n_2 为渔获中 2 个体长组的鱼尾数; l_1 、 l_2 为与 n_1 、 n_2 相应的体长组的平均体长。在求出减少系数 H 以后,再算出此鱼类的体长年平均生长速度,上述两者相乘的结果即为年平均死亡系数 Z 。

1.2.2 自然死亡系数 自然死亡系数是根据 Pauly^[11-12]的经验公式估算的:

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T \quad (1)$$

M 、 L_{∞} 、 K 由前述方法获知, T 是黄颡 2000~2003 年连续 4 年所分布的 498 站次表层水温平均所得。

1.3 分析选用模型

生长规律用 Von Bertalanffy 方程^[7-8]描述。

用 B-H 模型^[6]计算、分析在不同开捕年龄和不同捕捞强度下的单位补充量渔获重量和渔获尾数,单位补充量年平均资源重量和资源尾数,渔获物平均体质量、体长和年龄。

2 结果与分析

2.1 生长状况

2.1.1 叉长频率的分组及各龄鱼叉长的确定 用 Bhattacharya^[6]方法把所获样品叉长频率分布划分成平均叉长不同的 4 个年龄组(表 2),这 4 个年龄组并不是实际的年龄组,而是相对年龄组,需要先确认其中某一组的确切年龄后才能推算其他年龄组的具体年龄。东海区渔业资源调查结果显示,黄颡的产卵期为 5~9 月份^[1],取中间值为 7 月份中旬;而本实验采样的时间是在 4 月份下旬,在黄颡产卵期

的前期阶段,这样就避免了所取样品当中存在刚出生的幼体群体,保证了所取样品中最小黄颡的年龄也在 9 个半月(折算成年龄为 0.79 a)。对照历史资料^[1],黄颡 1 龄的平均叉长为 95.6 mm,2 a 的为 145.1 mm,而本实验数据所分组中最小平均叉长为 94.34 mm,与 1 a 的平均叉长较相近,而与 2 a 的相差较大。综合上述原因,推断表 2 中平均叉长最小组的年龄就是 0.79 a,则其他组的年龄可以依次推算出,如表 3 所列。由本研究的结果(表 2)可以看到,SI 值都在 2.0 以上,可见所分的 4 个年龄组都是可信的。

表2 黄颡体长分布的 Bhattacharya 相对年龄分组

Tab.2 Relative age groups divided by Bhattacharya's method

组别 Group	平均叉长/mm Mean FL	SD	划分指数 SI
1	94.34	11.52	-
2	130.25	8.43	3.6
3	155.61	10.96	2.62
4	174.41	4.74	2.4

表3 黄颡各叉长组对应的年龄

Tab.3 Ages to fork lengths of *Setipinna taty*

年龄/a Age	0.79	1.79	2.79	3.79
叉长/mm FL	94.34	130.25	155.61	174.41

2.1.2 叉长与体质量的关系 根据本实验取样测定的 315 尾黄颡叉长、体质量数据,通过拟合得出,黄颡的叉长、体质量关系为 $W = 3.30 \times 10^{-6} \times FL^{3.19211}$ ($r=0.9751$)(图 1)。

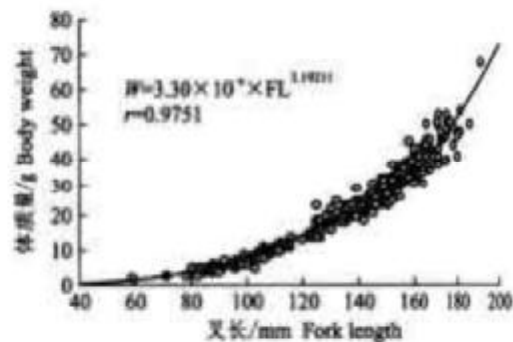


图1 黄颡叉长和体质量的关系

Fig.1 Relation between fork length and body weight of *Setipinna taty*

2.1.3 生长规律 用 Von Bertalanffy 生长方程来描述,使用表 3 中的各年龄组叉长数据用 Walford 生长变换法^[7-8]进行回归求得:

$$L_{\infty} = 221.9986 \text{ mm}, W_{\infty} = 101.9347 \text{ g},$$

$$K = 0.3288, t_0 = -0.8916.$$

从而得出叉长生长方程:

$$L_t = 221.9986 [1 - e^{-0.3288(t+0.8916)}];$$

体质量生长方程:

$$W_t = 101.9347 [1 - e^{-0.3288(t+0.8916)}]^{3.19211}$$

鱼类的生长速度反映了鱼类在整个生命过程中所增加的长度或重量的快慢程度。了解鱼类各个生活阶段的生长速度以后,就可以选择其快速生长以后转入缓慢生长的时期加以利用。由图 2 可以看出,其拐点年龄为 $t_{85} = 2.64 \text{ a}$,拐点体质量为 $W_{85} = 30.71 \text{ g}$,拐点生长速度为 14.71 g/a ,由此可以考虑将该鱼种开捕年龄定为 2.5 a 左右、开捕体质量定为 30 g 左右。

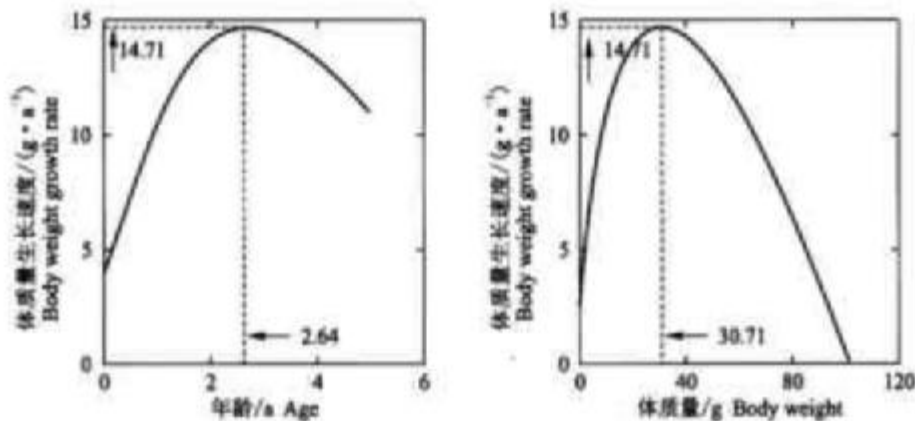


图2 黄鲫体质量生长速度曲线

Fig.2 Body weight growth rate curve of *Setipinna taty*

2.2 B-H模型^[2]的参数估算

2.2.1 最大年龄 t_h 、开捕年龄 t_c 和补充年龄 t_r

样本中鉴定到最大个体叉长为 191 mm, 转换成年龄为 5.0960 a, 现取最大年龄 t_h 为 5 a。

因为全部样本鱼中占优势的最小平均叉长组为 90 mm, 具代表性, 转换成年龄即为 0.6895 a, 就以 $t_c = 0.7 \text{ a}$ 作为黄鲫的开捕年龄。由于目前的捕捞量相当大, 刚刚补充到渔场的幼鱼就有可能被抓捕上来, 补充年龄与开捕年龄趋于一致, 因此本文认定黄鲫的补充年龄与黄鲫的开捕年龄一致, 即 $t_r = t_c = 0.7 \text{ a}$ 。

2.2.2 自然死亡系数 M 由上述可知黄鲫生长参数 L_{∞} 、 K , 再根据黄鲫 2000~2003 年连续 4 年各季度分布的 498 站次表层水温求得其平均值为 18.37 °C, 引用经验公式(1)可求得黄鲫的自然死亡系数 M 为 0.3984。

2.2.3 总死亡系数 Z 和捕捞死亡系数 F

方法一: 根据黄鲫的叉长频数资料, 以及前文所求出的生长参数 K 和 L_{∞} 值, 从而可以根据黄鲫的叉长组成的线性渔获量曲线估算出黄鲫的总死亡系数(图 3), Z 值为 2.22。

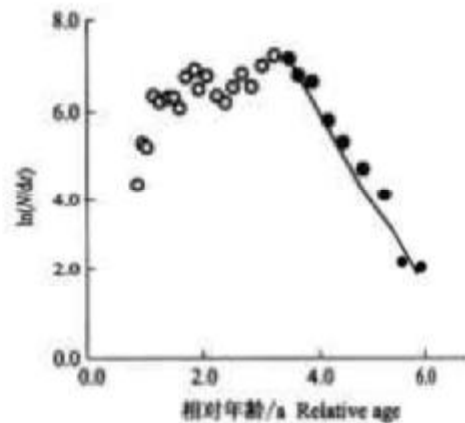


图3 黄鲫的叉长组成的线性渔获量曲线

Fig.3 *Setipinna taty*'s length converted catch curve

方法二: 任何资源群体中的任一世代, 总是年龄越低的年龄组其资源尾数越多, 年龄越高的年龄组资源尾数越少, 基本上呈指数曲线衰减, 某年份资源群体的各龄资源残存尾数也基本如此。但渔获群体的年龄组成并不完全等同于资源群体的年龄组成, 只有从全面补充年龄开始的年龄组成才接近资源群

体的年龄组成。作者采用表2中个体较大的2个叉长组的频数资源来推算出黄鲫的减少系数 H 值, $H=0.0843\text{ mm}^{-1}$ 。根据前述开捕年龄 $t_c=0.7\text{ a}$ 和表3所列各龄鱼的平均叉长,推算出黄鲫开捕年龄后的年生长叉长平均值为 26.69 mm ,于是可以求出黄鲫的年平均死亡系数 Z 为 2.25 。

上述2种方法求得的死亡系数 Z 比较接近,证实了其可靠性。把上述两者的平均值作为黄鲫的最后总死亡系数,即 $Z=2.24$ 。从而可以求出捕捞死亡系数 $^{[2]}F=Z-M=1.8416$ 。

3 讨论

设捕捞期间捕捞死亡系数 F 、自然死亡系数 M 均为常数,依据前面所求得参数,利用B-H模型算出变化 F 和 t_c 条件下的单位补充量渔获量 Y_w/R 的值、单位补充量渔获尾数 Y_N/R 、单位补充量年平均资源量 $\bar{P}_w/R$ 、单位补充量年平均资源尾数 $\bar{P}_N/R$ 、渔获物平均年龄 $\bar{T}_y$ 、渔获物平均叉长 $\bar{L}_y$ 和渔获物平均体质量 $\bar{W}_y$ 。

3.1 现行开捕年龄条件下变动捕捞强度的资源变动情况

图4显示,假如黄鲫的开捕年龄 $t_c=0.7\text{ a}$ 一定

时,改变捕捞死亡系数 F 大小后黄鲫的渔获量(Y_N/R 和 Y_w/R)、年平均资源量($\bar{P}_w/R$ 和 $\bar{P}_N/R$)和渔获物质量($\bar{T}_y$ 、 $\bar{L}_y$ 和 $\bar{W}_y$)的变化情况。观察 Y_w/R 值的变化过程,可以找出在此开捕年龄下的最佳捕捞死亡系数 $F=0.76$,即在此捕捞强度下黄鲫的 Y_w/R 会达到最大值。在此捕捞强度下也可估算出相应的渔获尾数(Y_N/R)、年平均资源量($\bar{P}_w/R$ 和 $\bar{P}_N/R$)和渔获物质量($\bar{T}_y$ 、 $\bar{L}_y$ 和 $\bar{W}_y$)。在 $F>0.76$ 以后, Y_w/R 、 $\bar{P}_w/R$ 和 $\bar{P}_N/R$ 都随 F 的增大而减小,可以看到随着捕捞强度的增大,不仅黄鲫的资源量($\bar{P}_w/R$ 和 $\bar{P}_N/R$)受到破坏,黄鲫的渔获量(Y_w/R)也没增加反而有所下降,可见控制适当的捕捞强度不仅可以保护渔业资源,而且可以避免劳动力的浪费、提高渔业生产效率。另外 Y_N/R 随 F 增大有所增大了,从渔业观点出发,应考虑增加产量而不是追求尾数,渔获产量是渔获尾数和个体平均体质量的乘积,黄鲫被充分利用以后,还继续盲目增大 F ,渔获尾数增加很少,却造成鱼体小型化,从而产量不会随渔获尾数增加而成正比增加,会因鱼体小型化而下降。随着捕捞强度的增加黄鲫群体的个体小型化,整体质量的下降的趋势,由图中黄鲫的 $\bar{L}_y$ 、 $\bar{W}_y$ 和 $\bar{T}_y$ 随 F 值的增加而减小的变化过程得到证实。

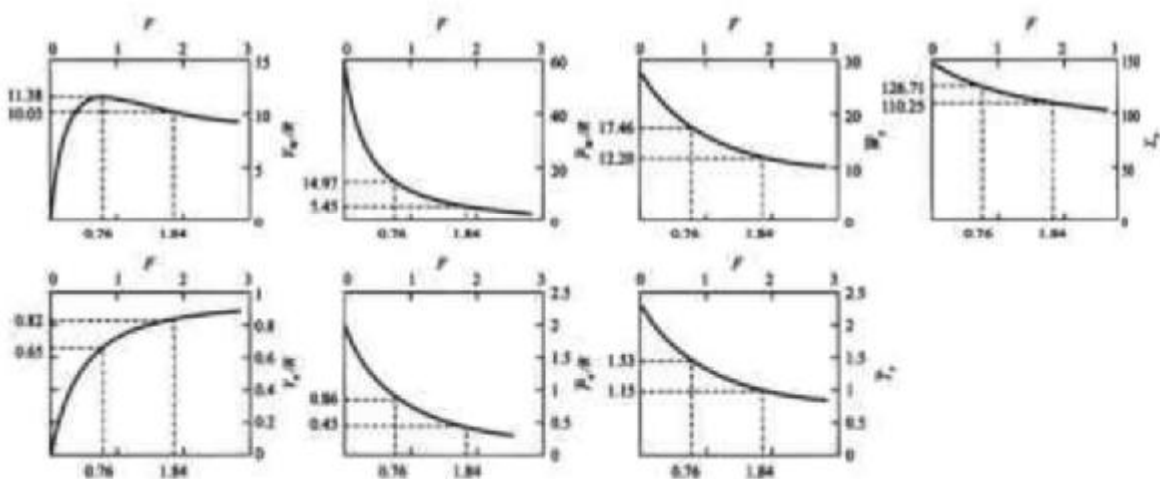


图4 单位补充量渔获量、资源量及年平均资源质量随捕捞强度变化曲线
Fig.4 Variation of fishery parameters Y_w/R , Y_N/R , $\bar{P}_w/R$, $\bar{P}_N/R$, $\bar{T}_y$, $\bar{L}_y$ and $\bar{W}_y$ with different fishing mortality coefficient

3.2 现行捕捞强度下变动开捕年龄的资源变动情况

图5显示,假如黄鲫的捕捞死亡系数 $F=1.8416$ 一定时,改变开捕年龄 t_c 大小后黄鲫的渔获量、年平均资源量和渔获物质量的变化情况。观察 Y_w/R 值的变化过程,可以找出在此捕捞死亡系数下的

最佳开捕年龄 $t_c=2.38\text{ a}$,在此开捕年龄下黄鲫的 Y_w/R 会达到最大值,即为单位补充量最大持续产量 MSY/R 。在此最佳开捕年龄下也可估算出相应的渔获尾数(Y_N/R)、年平均资源量($\bar{P}_w/R$ 和 $\bar{P}_N/R$)和渔获物质量($\bar{T}_y$ 、 $\bar{L}_y$ 和 $\bar{W}_y$)。从提高黄鲫的渔

获重量、增加黄鲫的资源量、改善黄鲫的渔获物质量的角度来看,必须改变不合理的现行开捕年龄,需要把开捕年龄提高到 $t_c = 2.38$ a,这样才能使资源的利用达到最适状态。

3.3 同时变动捕捞强度和开捕年龄条件下的资源变动情况

等渔获量曲线图 6 中,AA'和 BB'两条虚线是最大持续产量线,也称最适渔获量曲线,AA'和 BB'之间的区域称最适产量区^[8]。如图所示的现行渔业状况点 P 的 Y_w/R 仅为 10 g/尾左右,对资源的利用很不合理,捕捞过度相当严重。若当前开捕年龄不变,降低捕捞强度,可望提高产量,但提高幅度有限;若再进一步增强捕捞强度,渔获量也不能增加,

相反还会降低。若维持当前的捕捞强度,提高开捕年龄,则能使平衡渔获量增加较大的幅度。渔业管理的目标就是通过上述两者的调节,使渔业状况点处于等渔获量曲线的最适产量区。由图可以看到,如果单独降低对黄鲫的捕捞努力量,渔获的增加量很小;而调整黄鲫的开捕年龄则相反,若将黄网网目尺寸放大使 t_c 增加到 2 a,黄鲫的单位补充量年渔获量可望提高近 50%,虽然年渔获尾数有所下降,但是所渔获的黄鲫质量将会有很大的提高,年平均体质量将由目前的 10 g 左右提高到 30 g 左右,年平均叉长也将由 110 mm 左右提高到 150 mm 左右,渔获物平均年龄也会由现在的 1 a 左右提高到 2.5 a 左右。

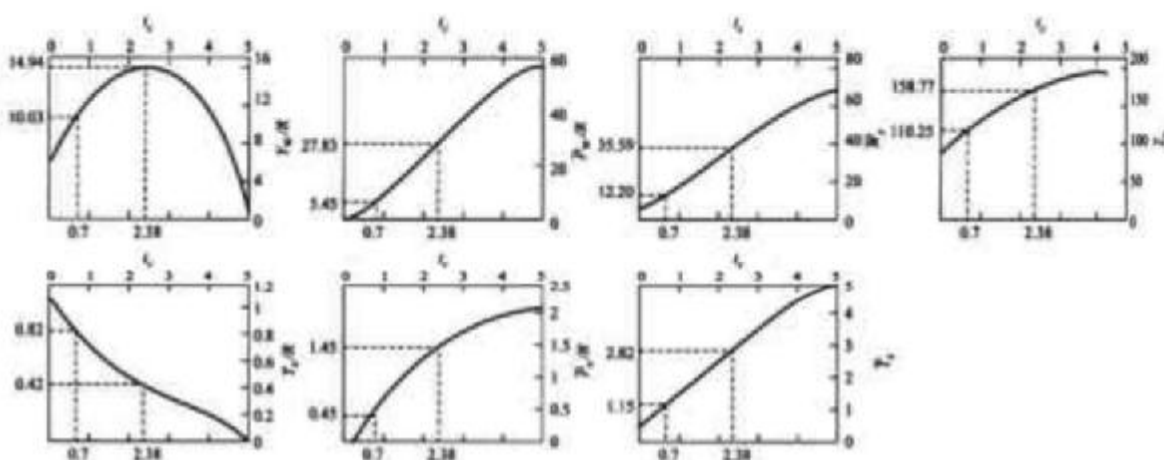


图5 单位补充量渔获量、资源量及年平均资源质量随开捕年龄变化曲线

Fig.5 Variation of fishery parameters Y_w/R , Y_N/R , $\bar{P}_w/R$, $\bar{P}_N/R$, $\bar{T}_y$, $\bar{L}_x$ and $\bar{W}_x$ at different first capture age

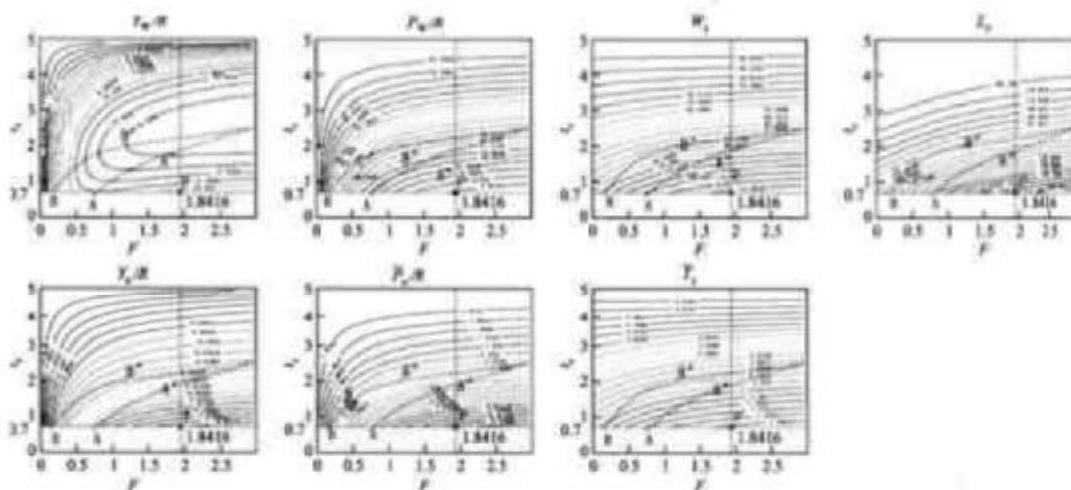


图6 改变开捕年龄的捕捞强度的单位补充量渔获量、资源量及年平均资源质量等值曲线

Fig.6 Even value curves of fishery parameters Y_w/R , Y_N/R , $\bar{P}_w/R$, $\bar{P}_N/R$, $\bar{T}_y$, $\bar{L}_x$ and $\bar{W}_x$ at different first capture age and with different fishing mortality coefficient

4 结论

从前述生物学和B-H模型结果分析中可知东海区对黄鲫资源已经过度利用。为避免该资源衰退,合理利用和保护这一重要的渔业资源,获取最大的可持续产量,提出以下几项建议:

(1)限定网目尺寸和制定可捕规格 若考虑分流渔民改行以降低目前的捕捞强度还是一个长期的目标,即假设保持现有捕捞强度,那么就要对黄鲫开捕年龄加以严格的限定:需要把黄鲫的开捕年龄推迟为2.38 a(对应叉长为146.28 mm),这样既能充分利用黄鲫资源,又不会对其资源造成破坏。

(2)降低捕捞强度 降低捕捞强度是恢复并合理利用渔业资源、提高海洋捕捞业效益的根本出路。政府应在严格执行捕捞许可制度的基础上,制订相关措施减少捕捞渔船数量,引导渔民向非捕捞业转移^[13],逐步降低捕捞强度。若捕捞死亡系数 F 值能降到1.34,则最佳开捕年龄可降为1.50 a(对应叉长120.88 mm),这就同样可以合理的、可持续的利用黄鲫资源。

(3)加强禁渔区、禁渔期管理 据资料记载^[1],黄鲫的产卵期主要是在5~7月间,分布在近海,且大部分都是分布在禁渔区内。目前底拖网禁渔区内违规作业现象很严重,建议每年在这段时间内集中力量在机轮底拖网禁渔区内严格执法,在其主要产卵场实行禁捕,保证有足够的产卵亲鱼量。

(4)调整捕捞作业结构 目前还存在一些选择性差的小型拖网渔船^[13],这些渔船主要是在机轮底拖网禁渔区内作业,对在近岸产卵的亲鱼以及当年即将补充到渔场的幼鱼的危害特别大。另外选择性较差的张网渔具,网目小、数量大,分布在沿海近岸,不仅对黄鲫,还对其他经济鱼类的幼鱼资源造成了很大的不利影响^[14]。对于上述选择性较差的捕

捞作业方式应进行强行限制或者引导改业,应该用其他选择性较好的捕捞方式取而代之。

参考文献:

- [1] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部东海区渔业指挥部.东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1987.375-280.
- [2] 农业部水产局及农业部黄海区渔业指挥部.黄海区渔业资源调查与区划[M].北京:海洋出版社,1990.153.
- [3] 任一平,刘群,李庆怀,等.青岛近海小型鲷科鱼类渔业生物学特性的研究[J].海洋通报,2002(1):69-74.
- [4] 徐宾辉,金显仕,梁振林.秋季黄海底层鱼类群落结构的变化[J].中国水产科学,2003,10(2):148-154.
- [5] 韦 晟,姜卫民.黄海鱼类食物网的研究[J].海洋与湖沼,1992,23(2):182-192.
- [6] Bhattacharya C G. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components[J]. Biometrics, 1967,23: 115-135.
- [7] 费鸿年,张诗全.水产资源学[M].北京:中国科学技术出版社,1990.245-313,398-437.
- [8] 熊秉义.渔业资源评估[M].北京:中国农业出版社,1995.18-46,124-130.
- [9] Pauly D. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II)[J]. ICLARM Fishbyte, 1984a, 2(1): 17-19.
- [10] Pauly D. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes[J]. ICLARM Fishbyte, 1990, 8(3): 33-38.
- [11] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks[J]. J Cons CIEM, 1980,39(3):175-192.
- [12] Pauly D. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators[J]. ICLARM Stud Rev, 1984b(8):325.
- [13] 邱永松.南海北部渔业资源状况与合理利用对策[A].我国专属经济区和大陆架勘测研究论文集[M].北京:海洋出版社,2002.360-367.
- [14] 张秋华,刘孝乐,胡永生,等.东海区帆式张网渔业管理的研究[J].海洋渔业,2000,22(2):52-56.

Utilization status of *Setipinna taty* in the East China Sea and its rational exploitation

LIU Yong, CHENG Jia-hua, LI Sheng-fa

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

Abstract: Based on the biology data of *Setipinna taty* caught from the East China Sea, several fork-length groups were got by Bhattacharya's method, and the age of each fork-length group was inferred. By above results growth parameters were calculated out: $L_{\infty} = 221.9986$ (mm), $W_{\infty} = 101.9347$ (g), $K = 0.3288$, $t_0 = -0.8916$. The relation between body length and fork weight, $W = 3.30 \times 10^{-6} \times FL^{3.19211}$ ($r = 0.9751$), was got by regression. Other parameters of B-H model were got by the following methods: firstly, based on passed data the maximum age (t_{λ}) of *Setipinna taty* was 5 a; secondly, based on recent data it was got that recruit age (t_r) and first capture (t_c) were both 0.7 a; thirdly, by Pauly's experiment equation the nature mortality coefficient (M) was 0.3984; finally, total mortality coefficient $Z = 2.24$ was got by averaging the results of two methods, and the fishing mortality coefficient $F = 1.8416$ was got by equation $F = Z - M$. After all the necessary parameters were got, B-H model was adopted to analyze catch weight and numbers per recruit (Y_N/R and Y_W/R), average stock weight and numbers per recruit ($\bar{P}_W/R$ and $\bar{P}_N/R$), annually average body weight ($\bar{W}_y$), fork length ($\bar{L}_y$) and age ($\bar{T}_y$). The results show that the stock of *Setipinna taty* has been severely overfished. To protect and exploit this resource rationally, if the current fishing intensity is kept, the first capture age should be put off till 2.38 years of age; in another way the first capture age should be put off till 1.50 years of age and the fishing mortality coefficient must be reduced to 1.34 simultaneously. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(3): 485-491]

Key words: *Setipinna taty*; resources status; rational exploitation

Corresponding author: CHENG Jia-hua. E-mail: sjyuan@sh163.net