

东海带鱼繁殖力及其资源的合理利用

凌建忠^{1,2}, 严利平¹, 林龙山^{1,2}, 李建生^{1,2}, 程家骅^{1,3}

(1. 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090; 2. 上海水产大学, 上海 200090; 3. 中国海洋大学, 山东 青岛 266003)

摘要:根据2003年东海区渔业资源监测网的调查数据,利用单位补充量繁殖力和单位补充量亲鱼资源生物量估算模型,对东海带鱼(*Trichiurus japonicus* Temminck et Schlegel, 1844)渔业资源现状进行分析,结果表明:(1)根据单位补充量繁殖力的估算,当 $t_e=0.5$ 龄、 $F \geq 1.15$ 时和当 $t_e=1$ 龄、 $F \geq 2.30$ 时,带鱼渔业处在高危险区;而当 $t_e \geq 1.5$ 龄时,可以承受较大的捕捞压力。(2)根据单位补充量亲鱼资源生物量的估算,当 $t_e=0.5$ 龄、 $F \geq 1.22$ 时和当 $t_e=1$ 龄、 $F \geq 2.40$ 时,带鱼渔业处在高危险区;而当 $t_e \geq 1.5$ 龄以上时,可以承受较大的捕捞压力。(3)目前(2003年为例)东海带鱼现行渔业资源状况为: $t_e=0.5$ 龄、 $F=2.60$,处于高危险区的较高危险点上。因此,在降低现有捕捞强度较难的情况下,建议提高带鱼开捕规格,以便更好地养护东海带鱼,使其资源能得到可持续利用。

关键词:带鱼;繁殖力;合理利用;东海

中图分类号:S932 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2005)06-0726-05

带鱼(*Trichiurus japonicus* Temminck et Schlegel, 1844)属鲈形目、带鱼科、带鱼属,俗名刀鱼、裙带鱼、牙带、白带鱼等,为集群于底层的暖水性鱼类,广泛分布于中国、朝鲜、日本、印度尼西亚、菲律宾、印度、非洲东岸及红海等海域。据统计^[1],该鱼种在中国的渔获量中最高,占世界同种鱼渔获量的70%~80%,位居中国海洋渔业单鱼种渔获量第1位;而东海区带鱼渔获量又最高,占中国同种渔获量的80%~90%,是东海区渔业生产最重要的捕捞对象,目前为该海区实行重点养护对象之一。国内许多学者曾从不同角度对东海带鱼合理开发和利用进行研究^[1-4],但利用单位补充量繁殖力、单位补充量亲鱼资源生物量模型来分析探讨资源的合理利用未见报道,仅詹秉义(1999年)^[5]曾利用这一方法对长江鲥鱼(*Macrura aeneasi* Richardson)的资源进行了分析研究。本研究从东海带鱼繁殖力角度出发,用单位补充量繁殖力、单位补充量亲鱼资源生物量模型,分析探讨在不同捕捞强度与开捕规格的情况下对其资源的影响。

1 材料与方法

1.1 样品来源

样品取自2003年4~8月东海区渔业资源动态监测网沪渔7137、浙嵊渔10101和浙岱渔203监测船在长江口渔场及舟山渔场的拖网带鱼渔获物。取性腺成熟度IV、V期(未产过卵)的雌鱼样品,共67尾,有关样品资料见表1。

1.2 方法

卵粒计数采取重量法,即取成熟度为IV、V期的带鱼卵巢样品,并以精度为0.01 g的电子秤称量。然后取0.2~0.5 g(前、中、后部卵粒混合)卵巢组织,用10%的福尔马林溶液固定,放入计数槽中,在10×10倍的双筒解剖镜下进行计数,换算各样品个体的卵巢总卵粒数。

带鱼的年自然死亡系数 M 取值为0.44^[1],利用年龄-体长换算法(age-length)^[6]把各体长组的繁殖力换算成各年龄组的繁殖力。带鱼各年龄组雌鱼亲体资源尾数单位补充量繁殖力、单位补充量亲鱼资源生物量等参数按如下公式估算^[6]:

收稿日期:2004-12-08; 修订日期:2005-03-25。

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(G19990437)。

作者简介:凌建忠(1970-),男,副研究员,从事海洋渔业资源与评估方面的研究。E-mail:lingjiansong18@sina.com

通讯作者:程家骅。E-mail:ziyuan@public9.sta.net.cn

1)农业部渔业局。全国渔业统计年鉴。1956~2003年。

各龄雌性亲鱼资源尾数:

$$N_i = R e^{-M(t_i - t_c)} e^{-(F_i + M)(t_i - t_c)} \quad (1)$$

单位补充量繁殖力:

$$F_{\infty}/R = \sum_{i=1}^n N_i \times F_{\infty}/R \quad (2)$$

单位补充量亲鱼资源生物量:

$$B/R = \sum_{i=1}^n N_i \times W_i/R \quad (3)$$

原始种群单位补充量繁殖力:

$$F_{\infty}/R = \sum_{i=1}^n e^{-M(t_i - t_c)} \times F_{\infty} \quad (4)$$

原始种群单位补充量亲鱼资源生物量:

$$B_0/R = \sum_{i=1}^n e^{-M(t_i - t_c)} \times W_i \quad (5)$$

已开发种群单位补充量繁殖力对原始种群单位补充量繁殖力的百分比:

$$P_{F*} = \frac{F_{\infty}/R}{F_{\infty}/R} \times 100\% \quad (6)$$

已开发种群单位补充量亲鱼资源生物量对原始种群单位补充量亲鱼资源生物量的百分比:

$$P_B = \frac{B/R}{B_0/R} \times 100\% \quad (7)$$

在上述各公式中, B —亲鱼资源生物量; B_0 —原始种群亲鱼资源生物量; F_{∞} —第 i 龄平均绝对繁殖力; F_{∞} —原始种群单位补充量繁殖力; F_i —第 i 龄与 $i+1$ 龄间的捕捞死亡系数; M —自然死亡系数; R —补充量; t_i —补充年龄; t_c —首次捕捞年龄; W_i —第 i 龄平均体重。 i 为年龄下标, 公式(1)中 $i=0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, \dots$, 其余各式中 $i=1, 2, 3, \dots$ 。

2 结果与分析

2.1 各年龄组雌鱼平均繁殖力及平均体重

据所采集的样品观测分析, 其性腺成熟年龄绝大部分在 1 龄以上, 高龄鱼的数量极少。各龄雌鱼的平均绝对繁殖力见表 1。

表 1 东海带鱼各龄平均绝对繁殖力平均体重

Tab.1 Average absolute fecundity of *T. japonicus* at each age

项目 Item	年龄 Age			
	1	2	3	4
平均绝对繁殖力/($\times 10^4$) Average absolute fecundity	4.81	9.61	20.09	30.11
平均体重/g Average body weight	145.3	315.7	561.9	789.6
尾数/ind	54	9	3	1

2.2 不同的捕捞死亡系数 (F) 和开捕年龄 (t_c) 的单位补充量繁殖力的估算

目前所捕捞的东海带鱼群体主要汛期基本是在伏季休渔后, 也就是从每年 9 月 16 日开捕后。从东海区渔业资源监测网海区站监测的结果发现, 渔获

群体主要以当龄鱼为主, 据此推算带鱼的补充年龄 t_c 为 0.5 龄。根据公式(1)、(2)、(4)和(6), 运用计算机编程计算, 其不同捕捞死亡系数 F 值和开捕年龄 t_c 值下带鱼的单位补充量繁殖力和相对于原始种群单位补充量繁殖力的百分比(表 2 和图 1)。

表 2 不同捕捞死亡系数 F 值和开捕年龄 t_c 值下带鱼的单位补充量繁殖力

Tab.2 Fecundity per unit recruitment of hairtail with changes of F and t_c $\times 10^4$ grain/ind

F	t_c						
	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
0.00	21.97	21.97	21.97	21.97	21.97	21.97	21.97
0.50	9.12	10.77	13.51	15.26	17.80	19.43	20.98
1.00	4.95	6.91	9.81	12.16	15.32	17.89	20.14
1.50	3.26	5.37	7.97	10.64	13.76	16.95	19.43
2.00	2.40	4.67	6.94	9.85	12.71	16.39	18.83
2.50	1.88	4.32	6.28	9.42	11.96	16.04	18.32
3.00	1.52	4.12	5.82	9.18	11.41	15.84	17.89
3.50	1.25	4.02	5.47	9.03	10.97	15.71	17.52
4.00	1.04	3.95	5.20	8.95	10.62	15.63	17.22

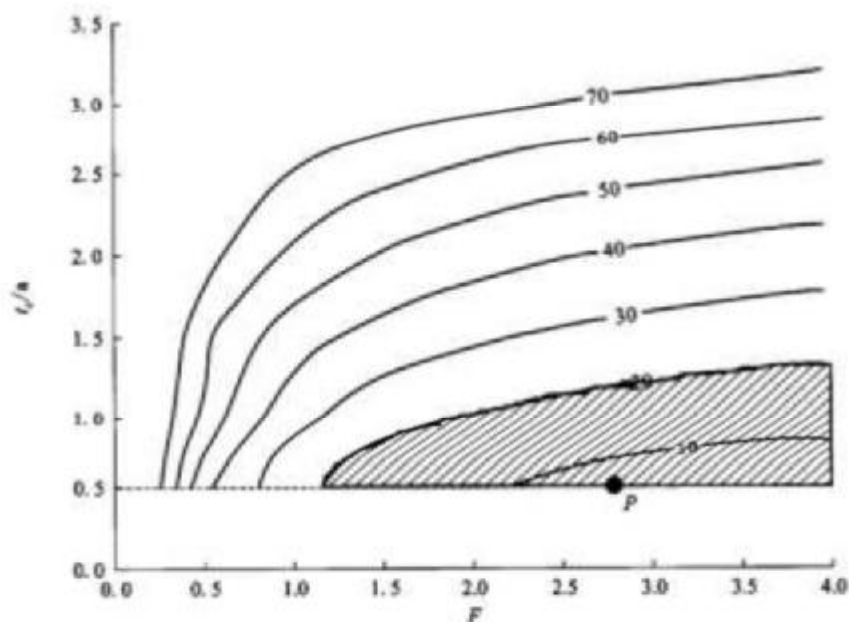


图1 不同捕捞死亡系数 F 值和开捕年龄 t_0 值的种群相对繁殖力百分比 P/P_0 等值线图
(阴影区指离危险区)

Fig.1 Isoline of stock's relative fecundity with changes of F and t_0
(Shade means high risk zone)

2.3 不同的捕捞死亡系数 (F) 和开捕年龄 (t_0) 的单位补充量亲鱼资源生物量的估算

根据公式(1)、(2)、(3)、(5)、(7)和各年龄组的平均体重,用同样方法可以估算出东海带鱼不同捕捞死亡系数 F 水平和开捕年龄 t_0 的单位补充量亲鱼资源生物量及其和原始种群单位补充量生物量的相对百分比(表3和图2)。

3 讨论

3.1 单位补充量繁殖力的结果分析

从单位补充量繁殖力的分析结果可以看出,若首次捕捞年龄 t_0 过低,捕捞死亡水平 F 过高,将会导致资源群体的总体繁殖力急剧下降。国际上一般认为,当单位补充量繁殖力下降到只有原始资源群体单位繁殖力的20%以下时,捕捞处于离危险区^[8-9],资源将会出现衰退的危险。由于东海区从

表3 不同捕捞死亡系数 F 值和开捕年龄 t_0 值下带鱼的单位补充量亲鱼资源生物量

Tab.3 Parent fish biomass per unit recruitment of hairtail with changes of F and t_0 g/ind

F	t_0						
	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
0.00	636.09	636.09	636.09	636.09	636.09	636.09	636.09
0.50	272.70	322.15	403.47	455.49	525.01	569.49	610.10
1.00	150.74	210.37	299.24	371.49	458.42	529.09	588.11
1.50	99.60	164.21	246.00	329.94	416.13	504.59	569.49
2.00	73.18	142.53	214.97	308.19	387.57	489.73	553.73
2.50	57.09	131.35	194.69	296.27	367.10	480.71	540.38
3.00	46.06	125.21	180.21	289.51	351.68	475.24	529.09
3.50	37.90	121.71	169.22	285.58	339.61	471.93	519.53
4.00	31.54	119.66	160.54	283.26	329.90	469.92	511.44

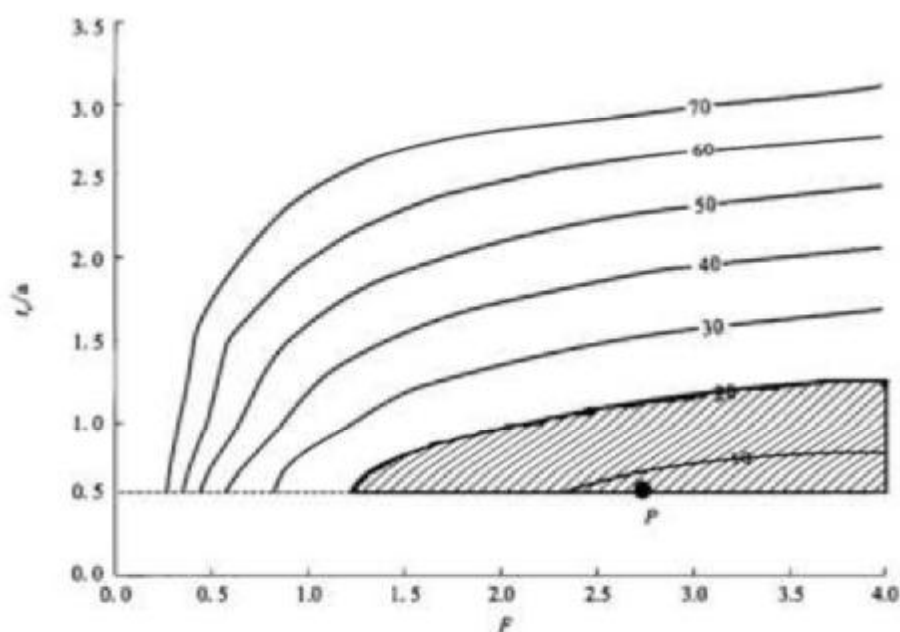


图2 不同捕捞死亡系数 F 值和开捕年龄 t_c 值的单位补充量资源生物量相对值 P_R 等值线图
(阴影区指高危险区)

Fig.2 Isoline of relative value of resource biomass per unit recruitment with changes of F and t_c
(Shade means high risk zone)

1995年开始实施了伏季休渔制度,客观上对东海带鱼资源起到了保护,特别是对其产完卵后的幼鱼的育肥起到了很大的保护作用。假设东海带鱼的目前高危险区为群体繁殖力的10%以下,由图1可见,当开捕年龄 $t_c = 0.5$ 龄时,捕捞死亡系数 $F = 2.20$ 以上时,处在高危险区;当 t_c 增大到1龄以上时,则可以承受较高的捕捞水平。若还是以相对繁殖力20%定为高危险区的范围,当 $t_c = 0.5$ 龄、 $F \geq 1.15$ 时和当 $t_c = 1$ 龄、 $F \geq 2.30$ 时,渔业处在高危险区。而当 $t_c \geq 1.5$ 龄时,更大的 F 值均不处在高危险区,这就意味着可以承受较大的捕捞压力。

3.2 单位补充量亲鱼资源生物量的结果分析

从单位补充量亲鱼资源生物量的分析结果同样可以看出,其趋势和单位补充量繁殖力的分析结果很接近,但其危险区的 F 临界值稍微低些。同样设其危险区边缘的相对值为10%时,当开捕年龄 $t_c = 0.5$ 龄时,捕捞死亡系数 $F \geq 2.30$ 时,处在高危险区。若 t_c 增大到1龄以上时,则较大的 F 值也不处于高危险区。若仍然以危险区边缘20%定为高危险区的范围,当 $t_c = 0.5$ 龄、 $F \geq 1.22$ 时和当 $t_c = 1$ 龄、 $F \geq 2.40$ 时,渔业处在高危险区。而当 $t_c \geq 1.5$

龄时,可以承受较大的捕捞强度。

3.3 目前东海带鱼正处在高危险区

根据2003年东海区渔业资源监测网海区站调查资料,估算出2003年带鱼总死亡系数 Z 为3.04,由于其自然死亡系数 M 为0.44,其捕捞死亡系数 F 应为2.60,另外根据大量的生物学测定数据得出,目前东海带鱼的开捕年龄 t_c 为0.5,对照图1和图2(P 为带鱼2003年的现行渔业点),明显可以看出其单位补充量繁殖力只有原始资源群体单位繁殖力的10%以下,单位补充量亲鱼资源生物量也同样在原始种群单位补充量亲鱼资源生物量的10%以下,比前面假设的10%高危险区还要低,比国际上认可的20%高危险区低了1倍多,说明东海带鱼目前不仅处在高危险区的范围内,而且是处在高危险区的较高危险点上。因此,笔者认为应该提高带鱼的开捕年龄及降低其捕捞强度,具体来说,若开捕年龄控制在1龄左右,可承受较高的捕捞强度,若能将 t_c 提高到1.5龄,则再高的捕捞强度也能承受。但是由于目前在降低现有捕捞强度较难的情况下,建议提高带鱼开捕规格,才能更好地养护东海带鱼,使其资源能得到可持续利用。

参考文献:

- [1] 周永东, 徐汉祥, 刘子藩, 等. 东海带鱼群体结构变动研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2002, 21(4): 314 - 320.
- [2] 徐汉祥, 刘子藩, 周永东. 东海带鱼生殖和补充特征的变动研究[J]. 水产学报, 2003, 27(4): 322 - 327.
- [3] 李毓华. 东海带鱼个体生殖力及其变动的研究[J]. 海洋和湖泊, 1982, 14(3): 220 - 239.
- [4] 寇渠通. 东海带鱼资源状况、群体结构及繁殖特性变化的研究[J]. 中国水产科学, 1997, 4(1): 7 - 14.
- [5] 詹秉义. 长江鲢鱼资源评估与管理[J]. 水产科技情报, 1989, 16(2): 34 - 42.
- [6] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 88 - 90, 156 - 166.
- [7] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and environmental temperature in 175 fish stocks[J]. J Cons CLEM, 1980, 39(2): 175 - 192.
- [8] Ricker W E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population[J]. Bull Fish Res Bd Can, 1975, 191: 1 - 382.
- [9] Garica S, Van Zalinge. Shrimp in Kuwait: methodology for a joint analysis of artisanal and industrial fisheries[M]. -FI/DP/RAB/80/015 - 1982: 160 - 164.

Reasonable utilization of hairtail *Trichiurus japonicus* resource in the East China Sea based on its fecundity

LING Jian-zhong^{1,2}, YAN Li-ping¹, LIN Long-shan^{1,2}, LI Jian-sheng^{1,2}, CHENG Jia-hua^{1,3}

(1. Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 3. Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Hairtail (*Trichiurus japonicus* Temminck et Schlegel, 1844) belongs to hairtail genera in family of Perciformes order. Its local name is knife fish, skirt fish or tooth and white hairtail etc.. The warming water fish were collected in demersal water. It widely distributes in the sea areas of China, Korea, Japan, Hindustan, Philippines, India, eastern of Africa and the Red Sea. Chinese hairtail yields are the most, which account for 70% - 80% of hairtail yields in the whole world and rank the first in single fish yields of China ocean fishery. Its yields are the most in the East China Sea, which account for 80% - 90% of hairtail yields in China. It is always the most catching object in the East China Sea. Now it is one of main conserved object in the sea area. Many researchers of China have made studies on its reasonable exploitation and utilization in the East China Sea, but there is little report in discussion on its reasonable utilization from fecundity and parent fish per unit recruitment.

The hairtail resource of the East China Sea was analyzed using the evaluating model of fecundity and parent fish biomass per unit recruitment based on the data from fishery resources survey in the East China Sea region in 2003. The results shows: (1) When evaluated based on fecundity per unit recruitment, if $t_e = 0.5$ and $F \geq 1.25$ or $t_e = 1$ and $F \geq 2.30$, the fishery was in the high risk zone; but if $t_e \geq 1.5$, the fishery can endure the bigger catching pressure. (2) When we evaluated from parent fish biomass per unit recruitment, if $t_e = 0.5$ and $F \geq 1.44$ or $t_e = 1$ and $F \geq 2.86$, the fishery of this species was in the high risk zone; but if $t_e \geq 1.5$, the fishery can endure the bigger catching death. (3) The status of hairtail resources is in the high point of high risk zone for $t_e = 0.5$ and $F = 2.60$ in 2003. So we should increase t_e to protect hairtail of the East China Sea for the sustainable use of its resource in the case of having difficulties of decreasing catching power.

Key words: hairtail; fecundity; reasonable utilization; the East China Sea

Corresponding author: CHENG Jia-hua. E-mail: ziyuan@public9.sta.net.cn