

闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲹 资源的评估*

徐旭才 丘书院

(厦门大学海洋系, 361005)

卢振彬 戴泉水 颜尤明

(福建省水产研究所, 厦门, 361012)

提要 以 1971—1987 年的蓝圆鲹叉长组成资料, 应用体长股分析法评估了闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲹的资源。结果表明, 1971—1980 年的现存资源数量和生物量分别为 45292×10^5 尾和 9.49×10^4 t, 1981—1987 年分别为 63908×10^5 尾和 13.51×10^4 t; 1971—1980 年和 1981—1987 年的瞬时捕捞死亡率分别为 0.6347 和 0.4859。通过 Beverton-Holt 模式估算出蓝圆鲹目前的持续产量为 9.58×10^4 t, 最佳最小捕捞叉长为 135 mm。

关键词 蓝圆鲹 资源 闽南-台湾浅滩

蓝圆鲹是闽南-台湾浅滩渔场的主要渔获种, 其产量从 1973 年至今一直居于首位。本文评估该渔场蓝圆鲹资源, 旨在了解其资源特点, 进而制定出较合理的管理方案。

一、材料和方法

体长股分析的基本模式为^[6]:

$$N_i = (N_{i+1} \cdot e^{\Delta t \cdot M/2} + C_i) \cdot e^{\Delta t \cdot M/2} \quad (1)$$

式中, N_i 和 N_{i+1} 分别为第 i 和第 $i+1$ 长度组的资源数量; M 为瞬时自然死亡率 (Yr^{-1}), 假设其在鱼类的整个生活史中恒定; C_i 为第 i 长度组的渔获尾数; Δt 为鱼体从某一长度组的下限生长到上限所经历的时间, 通过变换 von Bertalanffy 方程求出:

$$\Delta t = (1/k) \cdot \ln[(L_\infty - L_i)/(L_\infty - L_{i+1})] \quad (2)$$

另外, 假设最大长度组的年瞬时捕捞死亡率 F 已知, 通过 $E = F/(F + M)$ 式求出最大长度组的开发率 E ; 最大长度组的渔获尾数 C 已知, 进而由 $N = C/E$ 式求出最大长度组的资源数量, 此后便可通过(1)式, 从最大长度组向前递推, 求出各长度组的资源数量 N_i 。资源数量 N_i 和现存资源数量 n_i 的关系可表达为:

$$N_i dt - N_{i+1} dt = n_i Z_i dt$$

即:

* 国家自然科学基金资助。
接受日期: 1991 年 9 月 5 日。

$$n_i = (N_i - N_{i+1}) / Z_i \quad (3)$$

式中, Z_i 是年瞬时总死亡率。

所用材料取自福建省水产研究所及厦门大学海洋系 1971—1987 年闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲈 (*Decapterus maruadsi*) 的生物学测定和渔业统计资料。由于该渔场在 1981 年后作业船具作了改进, 并且单位努力量渔获量 CPUE 自 1981 年后呈明显的上升趋势(图 1), 这预示着自 1981 年后资源可能有所增长。因此以 1981 年为界, 将资料分成两个阶段, 1971—1980 年为第一阶段, 1981—1987 年为第二阶段。因蓝圆鲈捕捞群体主要为 0—IV 龄组, 故而足以反映世代情况。

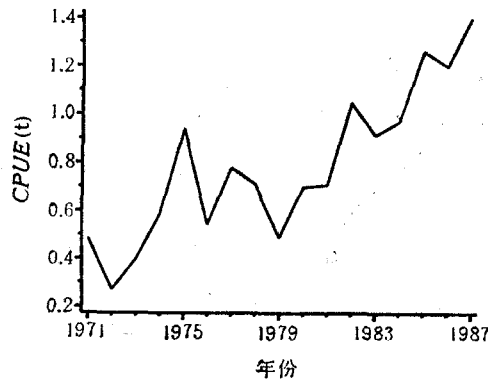


图 1 单位努力量渔获量的年变化

Fig. 1 The annual change of CPUE

据 1977 年的资料计算第一阶段体长股分析所需要的参数, 渐近叉长为 346mm, 生长率为 0.26, 用 Pauly 模式^[7]求出瞬时自然死亡率 M 为 0.6607, 用 Robson-Chapman 模式^[8]求出年瞬时总死亡率 Z 为 1.3042, 由此设定最大叉长组的年瞬时捕捞死亡率为 0.6435;

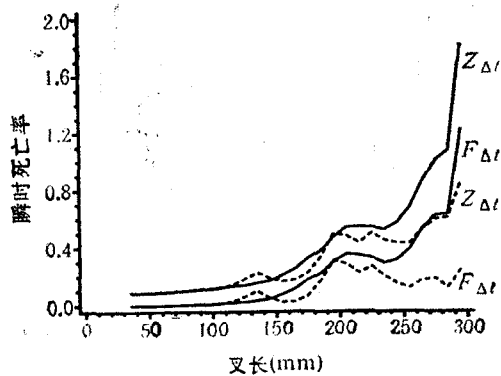


图 2 $Z_{\Delta t}$ 和 $F_{\Delta t}$ 随叉长的变化

Fig. 2 Changes of instantaneous mortality rates $Z_{\Delta t}$ and $F_{\Delta t}$ with length

实线: 1971—1980; 虚线: 1981—1987。

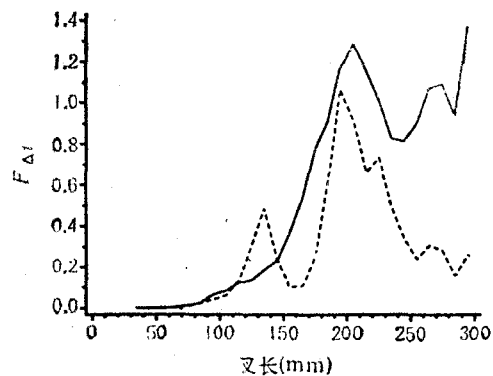


图 3 F_i 随叉长的变化

Fig. 3 Changes of annual instantaneous fishing mortality rates F_i with length

实线: 1971—1980; 虚线: 1981—1987。

叉长-体重的回归方程为 $W = 8.695 \times 10^{-6} L^{3.0837}$ 。第二阶段体长股分析所需的参数, 渐近叉长为 340mm, 生长曲率为 0.24, 瞬时自然死亡率为 0.6247; 叉长-体重的回归方程为 $W = 5.112 \times 10^{-6} L^{3.1775[2,4]}$; 另外, 采用 1982—1983 年的年龄组成资料, 求出年瞬时总死亡率为 1.0289, 由此设定最大叉长组的年瞬时捕捞死亡率为 0.4042。

以 IBM PC/XT 微机处理数据, 程序包括体长股分析^[5]、长度组成分析和 Beverton-Holt 模式分析。

二、结果和讨论

闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲹体长股分析的主要结果见表 1。

表 1 蓝圆鲹体长股分析的主要结果

Tab. 1 The results of length cohort analysis of *Decapterus maruadsi*

叉长 (mm)	1971—1980				1981—1987			
	$F_i(a^{-1})$	$Z_i(a^{-1})$	现存资源数 量(10^3)	生物量 (t)	$F_i(a^{-1})$	$Z_i(a^{-1})$	现存资源数 量(10^3)	生物量 (t)
31—40	0.0001	0.6608	4400	221	0.0000	0.6247	6306	260
41—50	0.0003	0.6610	4191	456	0.0000	0.6247	5987	548
51—60	0.0005	0.6612	3975	804	0.0000	0.6247	5660	980
61—70	0.0048	0.6655	3761	1274	0.0009	0.6256	5349	1575
71—80	0.0113	0.6720	3556	1872	0.0129	0.6376	5025	2332
81—90	0.0293	0.6900	3345	2591	0.0243	0.6490	4714	3256
91—100	0.0649	0.7256	3123	3408	0.0402	0.6649	4396	4323
101—110	0.0843	0.7450	2902	4313	0.0620	0.6867	4074	5507
111—120	0.1221	0.7828	2671	5254	0.1342	0.7589	3729	6731
121—130	0.1372	0.7979	2441	6210	0.3084	0.9331	3326	7824
131—140	0.1882	0.8489	2207	7117	0.4839	1.1086	2850	8561
141—150	0.2336	0.8943	1967	7908	0.2320	0.8567	2436	9183
151—160	0.3699	1.0306	1714	8464	0.1016	0.7263	2156	10046
161—170	0.5382	1.1989	1436	8601	0.1087	0.7334	1924	10937
171—180	0.7784	1.4391	1139	8177	0.2543	0.8790	1674	11470
181—190	0.9124	1.5731	853	7270	0.6237	1.2484	1353	11062
191—200	1.1670	1.8277	598	5994	1.0628	1.6875	966	9336
201—210	1.2825	1.9432	388	4542	0.9140	1.5387	636	7204
211—220	1.1614	1.8221	243	3289	0.6588	1.2835	433	5701
221—230	1.0120	1.6727	153	2377	0.7304	1.3551	297	4515
231—240	0.8254	1.4861	97	1733	0.4954	1.1201	201	3514
241—250	0.8098	1.4705	62	1257	0.3399	0.9646	143	2850
251—260	0.9005	1.5612	37	855	0.2396	0.8643	104	2355
261—270	1.0675	1.7282	20	515	0.3045	0.9292	74	1884
271—280	1.0876	1.7483	9	266	0.2807	0.9054	49	1405
281—290	0.9367	1.5974	4	124	0.1572	0.7819	32	1022
291—300	1.3679	2.0286	1	47	0.2590	0.8837	19	692
总和或加权平均值	0.6347	1.2954	45293	94939	0.4859	1.1106	63913	135073

1. 种群的死亡

两个阶段的瞬时总死亡率 Z_{Δ} , 都有随叉长增长而增大的趋势, 且第二阶段基本上低

于第一阶段。第一阶段的瞬时捕捞死亡率 $F_{\Delta t}$ 在 201—210mm 叉长组出现一个小峰,在 241mm 以后随叉长而增大。第二阶段的瞬时捕捞死亡率 $F_{\Delta t}$ 有两个峰,位于 131—140mm 和 191—200mm 叉长组;在 201mm 之后,瞬时捕捞死亡率基本上随叉长增长而减小(图 2)。比较两条瞬时捕捞死亡率曲线,除在 101—140mm 和 191—200mm 叉长范围外,第二阶段低于第一阶段。

以上所述的瞬时死亡率是鱼体从某一叉长组的下限生长到上限所经历的 Δt 时间内的死亡率。由于鱼体的生长速度随长度而改变,因而 Δt 也随长度而变化。为了比较不同叉长组所遭受死亡的程度,则须取相同的时间单位,因而以年为单位,求出各叉长组的年瞬时死亡率。

由于年瞬时自然死亡率恒定,所以年瞬时总死亡率 Z_i 和年瞬时捕捞死亡率 F_i 的变化规律相似,只是幅度不同。第一阶段的 F_i 在 201—210mm 叉长组出现一个高峰;第二阶段则有两个峰,分别位于 131—140mm 和 191—200mm 处(图 3),从 141mm 以后,第二阶段的 F_i 始终低于第一阶段。

第一阶段的年瞬时总死亡率和年瞬时捕捞死亡率的加权平均值分别为 1.2954 和 0.6347;第二阶段分别为 1.1106 和 0.4859,第二阶段明显低于第一阶段。

两个阶段的 F_i 分别在 201—210mm 和 191—200mm 叉长组出现高峰,这可能由于在这个叉长范围内的蓝圆鲈为主要生殖群体,集群性强,易受捕捞,并且渔民惯于在生殖期或生殖前期捕获生殖群体。第二阶段在 131—140mm 出现的高峰,则可能由于增加了许多小型作业船具,捕捞近岸幼鱼资源。

在同一叉长组的年瞬时死亡率大于瞬时死亡率,这是因为蓝圆鲈的年内生长量大于 10mm,也即 Δt 小于一年;若在一些生长缓慢的鱼类,其生长 10mm 的时间 Δt 大于一年的话,瞬时死亡率可能大于年瞬时死亡率。

2. 种群资源量

第一阶段和第二阶段的现存资源数量分别为 $45\ 293 \times 10^3$ 尾和 $63\ 913 \times 10^3$ 尾,换算成生物量分别为 9.49×10^4 t 和 13.51×10^4 t。

生物量 B 与叉长 L 的关系可用 $B = a \cdot e^{-b(L-c)^2}$ 模拟, c 为生物量高峰所在的叉长组中值,第一阶段为 165mm,第二阶段为 175mm。两个阶段的模拟方程分别为: $B = 8383.421 \times e^{-0.0002483(L-165)^2}$ 和 $B = 9996.053 \times e^{-0.0001763(L-175)^2}$ 。差异显著性检验表明 ($d = 4.2$),两个方程差异极为显著 ($\alpha = 0.0005$),说明两个阶段生物量随叉长的变化规律发生了显著变化。第二阶段生物量增高的原因可能是,①年瞬时自然死亡率由 0.6607 降至 0.6247;②年瞬时捕捞死亡率由 0.6347 降至 0.4859;③最小捕捞叉长由 37mm 升至 62mm。

3. 资源管理

用 Beverton-Holt 模式估算闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲈的持续产量为 9.58×10^4 t。模式分析所用的主要参数包括:渐近体重为 566g,最大年龄为 9 龄,最初捕捞年龄 t_R 为 0.17 龄, M 为 0.6247, F 为 0.4859, R 为 368311×10^4 尾。其中 R 是据体长股分析结果得出的, t_R 是据蓝圆鲈生殖期^[2]和幼鱼生长^[1]的研究估算的。

蓝圆鲈属资源补充量大的 r -选择型鱼类^[3],承受捕捞压力的能力较强。用 Beverton-

Holt 模式分析指出, 当 t_R 为 0.6, F 为 1.4 时, 持续产量最大。由 Bertalanffy 方程求出, 当 $t_R = 0.6$ 时, 叉长为 135mm。因此建议将最小捕捞叉长设为 135mm, 同时加强捕捞 200mm 以上个体。这一措施优点在于, ① 该渔场蓝圆鲹初次性成熟最小叉长为 135mm, 禁捕 135mm 以下个体保护了幼鱼资源。② 目前蓝圆鲹生物量高峰位于 171—180mm 叉长组, 在此之前资源的生长量大于死亡量, 资源处于增长阶段。最小捕捞叉长设为 135mm, 将会减轻对这个阶段的资源捕捞, 使资源充分生长。而在 181mm 以后, 死亡量大于生长量, 资源处于减少的阶段, 加强对 200mm 以上个体的捕捞, 可从由自然死亡所损失的部分获利。③ 渔获质量提高, 因而经济价值提高。

参 考 文 献

- [1] 朱耀光, 1981, 闽南-台湾浅滩渔场中上层鱼类资源特点研究, 福建水产科技, 2: 5—14。
- [2] 张 杰、张其永, 1985, 闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲹种群的年龄结构和生长特性, 台湾海峡, 4(2): 209—218。
- [3] 费鸿年、何宝全, 1981, 广东大陆架鱼类生态学参数和生活史类型, 水产科技文集, 2: 6—15。
- [4] 徐旭才、张其永, 1986, 闽南-台湾浅滩大头狗母鱼种群年龄结构和生长特性研究, 厦门大学学报(自然科学版), 25(6): 712—720。
- [5] 徐旭才, 1989, 体长股分析的 BASIC 计算程序, 厦门大学学报(自然科学版), 28(4): 439—440。
- [6] Jones, R., 1981, The use of length composition data in fish stock assessments (with note on VPA and cohort analysis), *FAO Fish. Circ.*, 734:1—60。
- [7] Pauly, D., 1980, On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks, *J. Con.*, 39:175—192。
- [8] Robson, D. S. and Chapman, D. G., 1961, Catch curves and mortality rates, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 90(2): 181—189。

STOCK ASSESSMENT OF *DECAPTERUS MARUADSI* ALONG THE SOUTH-FUJIAN COAST AND TAIWAN BANK USING LENGTH COHORT ANALYSIS

Xu Xucai, Qiu Shuyuan

(Department of Oceanography, Xiamen University, 361005)

Lu Zhenbin, Dai Quanshui and Yan Youming

(Fujian Fishery Research Institute, Xiamen 361012)

ABSTRACT

The abundance and mortality of *Decapterus maruadsi* along the South-Fujian Coast and Taiwan Bank in two periods, 1971—1980 and 1981—1987, were estimated using length cohort analysis. The annual instantaneous fishing mortality rate, standing stock size and biomass were estimated to be 0.6347, $45\,292 \times 10^5$ in number and 94 939 t, respectively, for the first period, and 0.4859, $63\,908 \times 10^5$ in number and 135 073 t for the second. The abundance was higher, but the fishing mortality was lower in the second period compared to the first. The increase of the abundance in the second period might have resulted from: 1) the decrease of instantaneous natural mortality rate from 0.6607 to 0.6247, 2) the decrease of annual instantaneous fishing mortality rate from 0.6347 to 0.4859, 3) the increase of the minimum fishing fork length from 37mm to 62mm.

The annual fishing mortality rate, F_i had a peak located between the 201—210 mm fork length group for the first period, and a peak each in the 131—140 mm and 191—200 mm fork length groups respectively, for the second. The peak in the first period and the second peak in the second period were due to the fishing of spawning stock, and the first peak in the second period was probably due to the development of smaller fishing boats along the inshore area.

The biomass curves for two periods were bell-shaped. The maximum value occurred between the 161—170 mm fork length group for the first period, and the 171—180 mm fork length group for the second.

The equilibrium yield was estimated to be 95800 t with the Beverton-Holt equilibrium yield model. Examination of effects of different recruit ages, t_R and different annual fishing mortality rates F_i on the *Decapterus maruadsi* fishery showed the equilibrium yield curve peaked when t_R was 0.6 and F_i was 1.4. The best minimum fishing fork length was then calculated to be 135 mm.

Key words *Decapterus maruadsi*, Stock size, The South-Fujian Coast and Taiwan Bank.