

文章编号:1000-0615(2005)02-0193-05

珠江河口及其附近水域银鲳生长与死亡参数估计

舒黎明, 邱永松

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要:对珠江河口及其附近水域银鲳的生长与死亡参数进行估算,得 von Bertalanffy 生长方程的相关参数为: $L_{\infty} = 36.0$ cm, $K = 0.230$, $t_0 = -1.137$;根据生长方程进一步计算得到自然死亡系数为0.586;20世纪90年代捕捞死亡系数为0.944,是20世纪80年代的近2倍;根据等渔获量曲线图分析,若在当前的捕捞规格(开捕叉长为12.0 cm)下仍维持现行的捕捞强度(捕捞死亡系数),资源将受到破坏,而且不符合经济效益的要求。依据性成熟特征,开捕叉长最小应为15.0 cm;综合考虑性成熟特征、当前可能的捕捞强度及经济效益,在提高产量而不破坏资源的前提下,建议珠江河口及附近水域银鲳的开捕叉长应由12.0 cm增加至15.0 cm。

关键词:银鲳;生长参数;死亡系数;等渔获量曲线;开捕叉长

中图分类号:S931.1

文献标识码:A

Estimation of growth and mortality parameters for *Pampus argenteus* in Pearl River Estuary and adjacent waters

SHU Li-ming, QIU Yong-song

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: *Pampus argenteus* belongs to Stromateoidei, Stromateidae, mainly distributed in the west Pacific, East China Sea and South China Sea. Considering without age log in past survey, evaluating technology based age data can't be used in this species, in the 1980s the ELEFAN technology based length-frequency data had been used for resource evaluating. In this experiment, growth and mortality parameters for the *Pampus argenteus* in Pearl River Estuary and adjacent waters were estimated based on collected dates in three times survey from 1985-1997. The results showed that the growth parameters of von Bertalanffy growth equation was $L_{\infty} = 36.0$ cm, $K = 0.230$, $t_0 = -1.137$ years; natural mortality coefficient (M) was 0.586 from Paluy equation according to growth parameters and average water temperature; Total mortality coefficient was got from length-converted catch curve with biology data in different periods. The fishing mortality coefficient (F) in the 1990s was equal to 0.944, which increased twice compared with that in 1980s. According to the curve of equal catch, the stock resource of *Pampus argenteus* would be exploited while keeping the fork length at first capture (L_c) as 12 cm and F as 0.944. According to character of sex mature, L_c should be 15.0 cm at least. Taking into account character of sex mature, possible fishing effort and economic requirement, this paper suggests that L_c should be increased to 15.0 cm from 12.0 cm.

Key words: *Pampus argenteus*; growth parameter; fishing mortality coefficient; curve of equal catch; fork length at first capture

银鲳(*Pampus argenteus*)属鲳亚目 Stromateoidei, 鲳科 Stromateidae, 鲳属 *Stromateoides*。是温水性中上层经济鱼类,分布于西太平洋的印度尼西亚、日本、朝鲜及我国南海和东海水域,是南海北部沿海的重要渔业资源之一,由于其经济价值高,成为我国南海定置网渔业和拖网渔业及刺网渔业的主要

捕捞对象。

银鲳属于中型鱼类,与小型鱼类相比,其生命周期较长,生长较慢^[1]。在以往的渔业资源调查中,由于受环境、资金、时间等因素的限制,对于该鱼种的捕获记录虽较多,但由于缺少年龄鉴定资料,以往以年龄为基础的传统的增长死亡参数评

收稿日期:2003-08-03

资助项目:广东省自然科学基金资助项目(04001263)

作者简介:舒黎明(1979-),男,浙江衢州人,研究实习员,从事海洋渔业资源与捕捞技术研究。Tel:020-84182458, E-mail: shulim@

163 net

估方法对该种鱼类不太可行,进一步分析该种鱼类的资源利用状况也就无法进行。

为了评估目前珠江河口及其附近水域银鲳的资源利用状况,本文以电子长度频率分析技术 ELEFAN (electronic length frequency analysis) 估算南海银鲳的生长与死亡参数,并在此基础上对资源的利用率进行评估,为管理和进一步合理利用该鱼种提出建议。

1 材料与方法

1.1 采样方法

1985年7月-1988年7月在珠江河口及其附近水域进行的拖网与定置网采样,取样测定1678尾,实际捕获1678尾;1996年9月、11月及1997年1月、4月在珠江河口及其附近水域进行的单底拖、尖尾罟和撑罟网采样,取样测定2242尾,实际捕获6086尾,1997年12月-1998年11月一周年每月在珠江河口内进行的虾拖网与撑罟网采样,取样测定2998尾,实际捕获7036尾,采样为按月进行,一个站次当捕获尾数大于50尾时取样测定50尾,当小于50尾时全部测定。三次调查总共取样测定6910尾,实际捕获15000尾;采样点如图1所示。生物学测定主要包括叉长、体重、胃饱满度、性别及性成熟度等。计算长度频率时,按月以0.5 cm为间距进行整理,根据取样比率进行加权,组成叉长频率时间系列;按各日期捕获的尾数进行加权,分别将1985年7月-1988年7月资料换算成20世纪80年代12个月的数

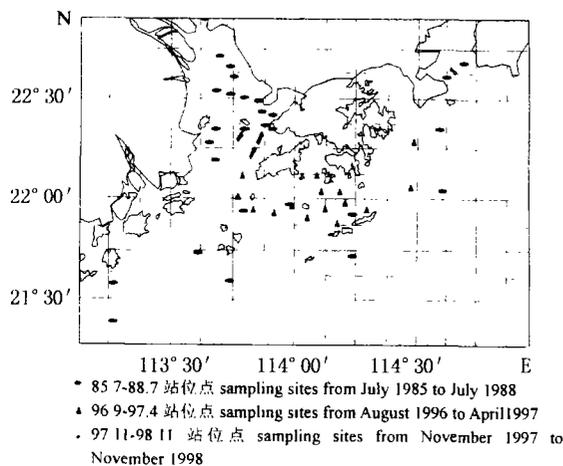


图1 采样点示意图

Fig. 1 Sketch map of sampling sites

据,将1996年9月-1998年11月的资料换算成20世纪90年代12个月的数据;然后合并20世纪80、90年代数据,以使其成综合12个月的数据进行处理。

1.2 生长、死亡参数估计方法

生长方程 银鲳的生长用 von Bertalanffy 生长方程描述:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (1)$$

其中: L_t 为 t 龄鱼的叉长, L_∞ 为渐近叉长(可根据捕获鱼的最大叉长初步确定一范围), K 为生长参数,表示生长曲线的平均曲率,代表生物的平均生长速率, t_0 为理论生长起点。

将叉长频率样品数据输入 FISAT II (Version 1.0.0) 软件,采用 ELLFAN I 技术求取 L_∞ 与 K , 比率 $s = ESP/ASP$ (峰的解析和/峰的可达和^[2-1]) 作为拟合优度的估计值,其值分布在 0 与 1 间,选取 s 最优值(相应的参数在生物学上能被接受且 s 值尽量大)对应的参数组 (L_∞ 与 K) 作为生长参数的估计值。

t_0 用下列经验公式^[5] 计算:

$$\ln(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \ln L_\infty' - 1.308 \ln K \quad (2)$$

自然死亡系数 考虑到南海属热带亚热带海域。而通常鱼类生长环境的温度越高,其自然死亡率就越大^[6]。因而计算鱼类的死亡率时应将鱼类栖息环境温度考虑进去,自然死亡系数根据生长参数及鱼类栖息环境平均水温采用 Pauly 公式^[7] 进行计算:

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_\infty' + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T \quad (3)$$

其中: L_∞' 为全长,需将本文中使用的叉长生长参数 L_∞ 换算为全长,据实测资料从中取样 315 尾拟合成全长 (L_T) 与叉长 (L_F) 的关系为:

$$L_T = 1.194 L_F - 4.450 \quad (R = 0.997) \quad (4)$$

其中: T 为平均水温,为了消除不同水温对结果的影响,按不同月份捕获鱼的尾数与栖息地实测水温进行加权,得 $T = 23.43^\circ\text{C}$ 。

总死亡系数 总死亡系数使用长度变换曲线法计算。

2 结果与讨论

2.1 叉长体重关系

叉长与体重关系可用以下公式表示:

$$W = aL^b \quad (5)$$

其中: a 为生长的条件因子, b 为幂指数

将实际测得的对应体重叉长在 Excel 中进行拟合得如图 2。得 $a = 2.55 \times 10^{-5}$; $b = 3.016$ ($R^2 = 0.95$)

其叉长体重关系式为:

$$W = 2.55 \times 10^{-5} L^{3.016} \quad (6)$$

b 约等于 3, 说明银鲳属于匀速生长鱼类; 因而使用 von Bertalanffy 生长方程可较合理的描述银鲳的生长。

2.2 生长参数及生长方程

应用 ELEFAN I 方法计算得到的 20 世纪 80、90 年代珠江河口及其附近水域 von Bertalanffy 生

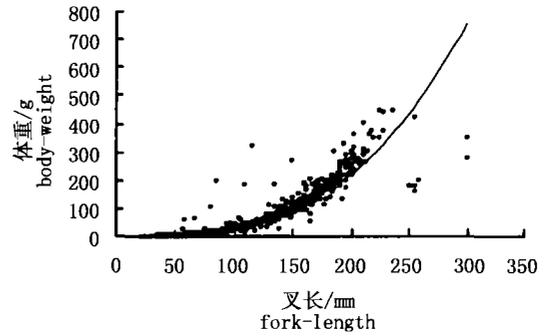


图 2 叉长体重关系曲线

Fig. 2 Curve of relation between fork length and weight

长曲线如图 3。

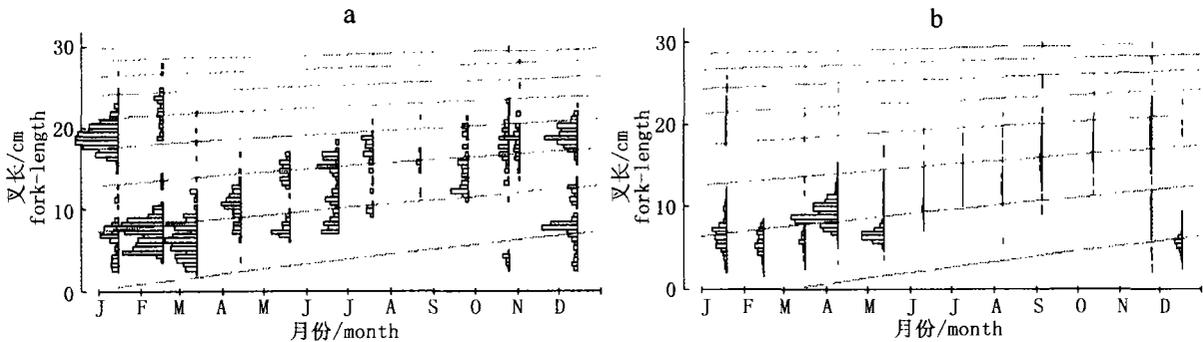


图 3 据叉长频率应用 ELEFAN 技术拟合的生长曲线

Fig. 3 Curve of growth from the frequency of fork length with ELEFAN

a. 20 世纪 80 年代 VB 生长曲线; b. 20 世纪 90 年代 VB 生长曲线
a. curve of growth in the 1980s; b. curve of growth in the 1990s

20 世纪 80 年代: $L_{\infty} = 36.0 \text{ cm}$ $K = 0.220$ ($s = 0.147$)

20 世纪 90 年代: $L_{\infty} = 35.5 \text{ cm}$ $K = 0.240$ ($s = 0.143$)

分别代入公式(2)算得 $t_0 = -1.191$ 和 $t_0 = -1.092$

得 von Bertalanffy 生长方程为:

$$20 \text{ 世纪 } 80 \text{ 年代: } L_t = 36.0 [1 - e^{-0.220(t+1.191)}] \quad (7)$$

$$20 \text{ 世纪 } 90 \text{ 年代: } L_t = 35.5 [1 - e^{-0.240(t+1.092)}] \quad (8)$$

据文献[1]得到的 von Bertalanffy 生长方程^[1]为:

$$L_t = 28.2 [1 - e^{-0.540(t+0.290)}] \quad (9)$$

与本文得到的结果有较大区别, 由资料知 20 世纪 80 年代捕到的银鲳最大叉长为 26.7 cm, 总渔获 1 678 尾, 而 20 世纪 90 年代得到的最大叉长

为 33.5 cm, 总渔获 13 122 尾; 仅仅根据 20 世纪 80 年代的资料估计渐近叉长为 28.0 cm, 明显小于 20 世纪 90 年代实际捕获的最大叉长 33.5 cm, 因而认为方程(9)的渐近叉长值估计偏小, 用该方程拟合的银鲳生长不具代表性。

表 1 列出了东海银鲳与珠江河口及其附近水域银鲳的 von Bertalanffy 生长方程的相关参数, 由式(2)知 t_0 主要由 L_{∞} 及 K 决定, 而东海银鲳与珠江河口及其附近水域银鲳的 L_{∞} 相差不大, 比较 K 值可知: 珠江河口及其附近水域银鲳的平均生长速率要高于东海银鲳, 符合热带、亚热带海区鱼类生长速率相对较快的普遍规律; 而在珠江河口及其附近水域, 20 世纪 90 年代银鲳的平均生长速率要稍高于 20 世纪 80 年代银鲳的平均生长速率, 分析其原因可能是由于 20 世纪 90 年代死亡率升高、鱼体变小, 从而导致的平均生长速率加快的结果。

表1 东海银鲳与珠江河口及其附近水域银鲳的生长参数

Tab.1 Growth parameters of *Pampus argenteus* in the East China Sea and Pearl River Estuary

生长参数 growth parameters	东海银鲳 ^[6] <i>P. argenteus</i> in the East China Sea	20世纪80年代珠江河口 及其附近水域银鲳 <i>P. argenteus</i> in the Pearl River Estuary in the 1980s	20世纪90年代珠江河口 及其附近水域银鲳 <i>P. argenteus</i> in the Pearl River Estuary in the 1990s
K	0.205	0.220	0.240
L_{∞} (cm)	36.0	36.0	35.5
t_0 (年)	-1.120	-1.191	-1.092

同时,珠江河口及其附近水域银鲳的生长速率虽稍有不同,但相差不大,本文综合20世纪80、90年代生物学资料而得到的珠江河口及其附近水域银鲳 von Bertalanffy 生长方程为

$$L_t = 36.0[1 - e^{-0.230(t+1.137)}] (s = 0.151) \quad (10)$$

2.3 死亡参数

自然死亡系数 由于20世纪80与90年代生长方程相差不大,且鱼类在同一海区环境变化不大的情况下其自然死亡率保持相对的稳定,因而自然死亡率取20世纪80、90年代综合资料进行计算:

$L_{\infty}' = 38.5$ cm ($L_{\infty} = 36.0$ cm 代入公式(4)求得), $K = 0.230$, 代入公式(3), 得: $M = 0.586$

总死亡系数 根据长度变换曲线法结果如图4, 选取图中黑色的点进行线形回归(前边的点所对应的年龄还没达到完全补充年龄, 后边的点由于不具代表性, 因而未加利用), 得总死亡系数:

20世纪80年代: $Z_1 = 1.10$ ($R = 0.92$)

20世纪90年代: $Z_2 = 1.53$ ($R = 0.96$)

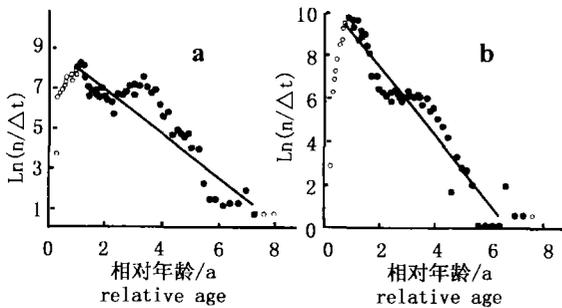


图4 据长度变换曲线法拟合总死亡系数
Fig.4 Estimation of total mortality coefficient from length-converted catch curve

a. 20世纪80年代 VB 生长曲线; b. 20世纪90年代 VB 生长曲线
a. curve of growth in the 1980s; b. curve of growth in the 1990s

捕捞死亡系数 捕捞死亡系数 = 总死亡系

数 - 自然死亡系数 ($F = Z - M$):

20世纪80年代: $F_1 = 1.10 - 0.586 = 0.514$

20世纪90年代: $F_2 = 1.53 - 0.586 = 0.944$

20世纪90年代的捕捞死亡系数明显高于20世纪80年代的捕捞死亡系数(近2倍), 在开捕尺寸不变的情况下捕捞死亡系数的升高说明从20世纪80年代到90年代又大大增加了捕捞强度。

2.4 资源利用状况

图5为将式(6)中的 b 近似成3所得的珠江河口及其附近水域银鲳的单位补充量等渔获量曲线图, MM 曲线为 F 固定, 变化 t_c 的最大产量; NN 曲线为 t_c 固定, 变化 F 的最大产量点连成的曲线, MM 线与 NN 线之间的区域为最适产量区。A 点为20世纪80年代的渔业点, 即 $F = 0.514$, $t_c = 0.626$ 龄时的渔业点, B 点为20世纪90年代的渔业点, 即 $F = 0.944$, $t_c = 0.626$ 龄时的渔业点。

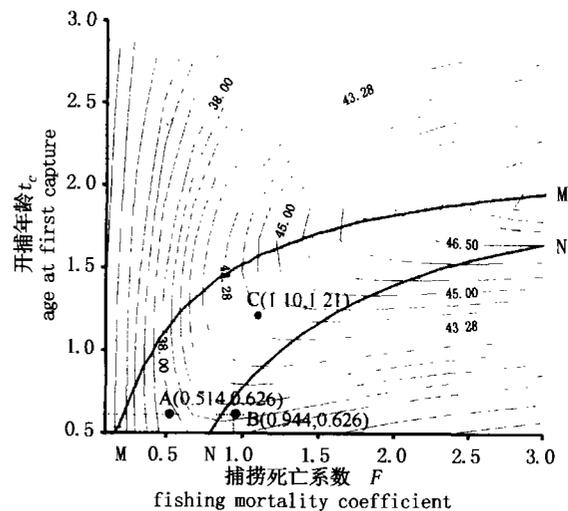


图5 银鲳等渔获量曲线
Fig.5 Curve of equal catch at various F and t_c for *P. argenteus*

通过 A、B 点的水平线表示现行的开捕规格 $t_c = 0.626$ 龄(相对应的开捕尺寸为 $L_c = 12.0$ cm) 维持不变的情况下单位补充量渔获量随捕捞死亡系数的变化情况,由图可知,当 $t_c = 0.626$ 龄维持不变时,随着捕捞死亡系数的增加,单位补充量渔获量先增大的较快,当 $F = 0.7$ (此时的渔业点是当 $t_c = 0.626$ 龄时的最适渔业点)之后,单位补充量渔获量随 F 增加的不明显,当 $F = 0.875$ (AB 线与 NN 线的交点)时,单位补充量渔获量达最大值,之后随着捕捞死亡系数的增加开始降低。因而,若维持 $t_c = 0.626$ 龄不变时,其 F 值应小于 0.875;通过 B 点的垂直线为维持 20 世纪 90 年代的捕捞死亡系数 $F = 0.944$ 不变的情况下单位补充量渔获量随开捕年龄的变化情况,当 $t_c = 1.490$ 龄(通过 B 点的垂直线与 MM 线的交点)时单位补充量渔获量达最大值,即当 $F = 0.944$ 时开捕年龄应小于 1.490 龄。

由 20 世纪 80 年代(A 点)渔业点所处的位置可知,在开捕尺寸不变的情况下,可通过提高捕捞死亡系数(捕捞强度)来获得更高的渔获量,且不会导致资源量下降;而 20 世纪 90 年代的渔业点(B 点)已经在最适产量区之外,说明在现有的开捕规格下,捕捞已经过度,可能导致资源量下降;据该鱼种性成熟的最小叉长为 15.0 cm,为了保护银鲳的亲鱼资源,应将开捕年龄定为大于 1.21 龄。同时考虑到目前南海北部捕捞强度过高的现状,为了更合理的利用珠江河口及其附近水域的银鲳资源,据当前的渔业资源状况、保护资源需要、经济效益、性成熟最小叉长及可行性等方面综合考虑,由等渔获量曲线图,本文建议:选取 C 点作为最适产量点(可提高产量的同时不破坏资源,而且实现最佳经济效益),其对应的 F 与 t_c 分别为 $F = 1.10$, $t_c = 1.21$ 龄($L_c = 15.0$ cm)。

3 小结及建议

由于缺少年龄资料,本文试用 ELEFAN 技术对珠江河口及其附近水域银鲳的生长与死亡参数进行估算,提出最适开捕规格建议。

von Batellanfy 生长方程的相关参数为: $L_{\infty} = 36.0$ cm, $K = 0.230$, $t_0 = -1.137$;

捕捞死亡系数由 20 世纪 80 年代的 0.514 升高至 20 世纪 90 年代的 0.944,若维持当前的开捕规格及捕捞强度不变,会造成对资源的破坏,而且也不符合经济效益的要求。

综合考虑性成熟特征、当前可能的捕捞强度及经济效益,在提高产量而不破坏资源的前提下,据等渔获量曲线图,本文建议珠江河口及其附近水域银鲳的开捕叉长由 12.0 cm 增加至 15.0 cm。

南海北部银鲳可用于动态综合模式,分析生长死亡参数的调查资料只有珠江河口及其附近水域的叉长体重比较详细,因而采用 ELEFAN 方法进行分析,分析结果是否很理想,有待于资料的进一步完善和可结合总产量模式作探讨。

以体长为基础的种群参数评估方法,自 20 世纪 80 年代以来在低纬度海区的资源评估中得到了成功的应用,但使用该方法采用最新资料与历史资料的结合进行渔业资源分析,目前国内还较少有这方面的尝试;本文采用长度频率方法对珠江河口及其附近水域银鲳的生长死亡参数进行估算,进一步分析资源利用状况并提出开捕规格建议,是单鱼种渔业分析的一个尝试。能否使用该方法对其它海区的资料进行运用和渔业资源评估,还有待于科研工作者的进一步努力与合作。

参考文献:

- [1] 何宝全, 陈琳, 李辉权, 等. 珠江口渔业资源调查[R]. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 1990, 125-137
- [2] 何宝全, 李辉权. 珠江河口棘头梅童鱼的资源评估[J]. 水产学报, 1988, 12(2): 125-134.
- [3] 费鸿年, 张诗全. 水产资源学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 266-269.
- [4] Per S, Erik U, Siebren C V. Introduction to tropical fish stock assessment Part 1-Manual [M]. FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev. 2, 1989. 109-113.
- [5] 李辉权. 珠江河口多鱼种渔业最适网目尺寸的估计[J]. 水产科学, 1990, (3): 4-7.
- [6] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 农业出版社, 1995. 31-40, 112-113.
- [7] Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock[J]. J Cons Con Int Explor Mer, 1980, 39(3): 175-192.