

南海北部多齿蛇鲻生物学分析

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:综合20世纪60~90年代南海北部多齿蛇鲻(*Saurida tumbil*)的生物学资料,利用ELEFAN技术计算生长参数,得到的Von Bertalanffy生长方程的相关参数为: $L_{\infty}=58.5$ cm, $K=0.30$, $t_0=-0.39$ 。根据生长参数及鱼类栖息环境平均水温用Pauly公式计算得自然死亡系数为0.61。根据各个年代的资料采用长度变换曲线法计算总死亡系数,进一步计算捕捞死亡系数,20世纪80年代捕捞死亡系数为1.55,是20世纪60年代的近2倍,20世纪90年代捕捞死亡系数与80年代相比又增加了1倍,在目前的开捕规格下,渔业点进一步偏离了最适产量区;若维持当前的开捕规格及捕捞强度不变,会导致多齿蛇鲻资源的进一步衰竭,而且也不符合经济效益的要求。综合考虑多齿蛇鲻的性成熟特征、当前可能的捕捞强度及经济效益,在有利于恢复资源又能保持相当产量的前提下,建议尽可能的降低捕捞强度的同时对南海北部多齿蛇鲻的开捕体长由13.5 cm增加至22.0 cm。

关键词:多齿蛇鲻;生长参数;死亡系数;等渔获量曲线;开捕体长;南海北部

中图分类号:S931.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)02-0154-05

多齿蛇鲻 [*Saurida tumbil* (Bloch et Schenider)], 属灯笼鱼目 Myctophiformes, 狗母鱼科 Synodidae, 为暖水性近底层鱼类, 分布在印度洋, 西太平洋, 在我国的东黄海和南海均有分布^[1]。南海的最高年产量 1.8×10^4 t, 终年可捕获, 是南海底拖网渔业的主要捕捞对象之一, 根据1964年5月至1965年2月南海底拖网鱼类资源调查结果, 多齿蛇鲻占渔获量的1.30%, 居试捕鱼类第三位, 依1997~1999年4个季度南海北部底拖网调查结果, 多齿蛇鲻占总渔获量的5.13%, 居底层经济鱼类首位; 同时, 多齿蛇鲻也是延绳钓、手钓、流刺网的捕捞对象之一, 从近岸至陆架边缘均有分布。

综合历年资料^[1-3]得知南海北部多齿蛇鲻的分布、生殖、洄游特征如下: 成小群分散栖息于近底层, 没有明显的集群洄游特性; 主要分布于30~120 m水深, 120~300 m渔获率随着深度的增加而减少, 300 m以上的海区未有捕获; 全年均可产卵, 以3~8月为盛期, 产卵亲体主要分布于50~90 m海区, 最适底层水温为18~23℃, 最适底层盐度为34.30~

34.93, 分布区底质主要为沙泥或泥沙。

作为南海主要的经济种类之一, 对于它的生长分布国内自20世纪60年代就进行研究, 也出版了一些关于该鱼种生物生态学方面的报告或论述^[1-3], 但由于这些报告或论述主要以一次或几年的调查资料为基础进行分析研究, 或多或少的存在资料不够全面的缺陷, 而且各次分析研究的人不同, 采用的方法也不统一, 因而不可避免的存在一些主观人为因素及误差。如何将这些人影响及误差降低到最小, 得到更为客观的结果, 是目前需要解决的问题; 同时, 随着时间的推移, 该种鱼类的生物学特性是否已经发生变化, 资源利用状况如何, 这些都需要利用较新的资料结合历史数据进行分析。本研究利用最新的调查资料结合历史数据以ELEFAN(电子长度频率分析)方法, 进行不同年代生长死亡参数对照性分析, 进一步研究其资源利用状况, 提出开捕规格建议。

收稿日期: 2003-09-30; 修订日期: 2003-11-17。

基金项目: 南海北部海洋调查项目。

作者简介: 舒黎明(1979-), 男, 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@tom.com

1) 南海水产研究所. 南海北部渔业自然资源调查报告[R]. 1985. 43-44.

2) 卢如君. 南海北部大陆架海区多齿蛇鲻分布移动的研究. 南海水产研究所. 南海北部海区大陆架渔业自然资源调查报告(附件)第二分册主要经济鱼类[R]. 1985. 197-205.

3) 南海水产研究所. 南海北部底拖网鱼类资源调查报告(海南岛以东)[R]. 第4册. 1966. 85-123.

1 材料与方法

1.1 资料来源及处理方法

考虑到资料的可用性及完整性,本研究采用南海水产研究所南海北部渔业资源调查资料(不包括北部湾):20世纪60年代南海北部底拖网渔业资源调查中,1964年5月到1965年2月的数据,20世纪70年代南海北部外海渔业资源调查中1973年的数据,20世纪80年代南海北部大陆架区划补充调查1981~1982年的数据,以及最新的20世纪90年代末1997~1999年专属经济区和大陆架勘测中的相关资料。所设的采样点如图1所示。

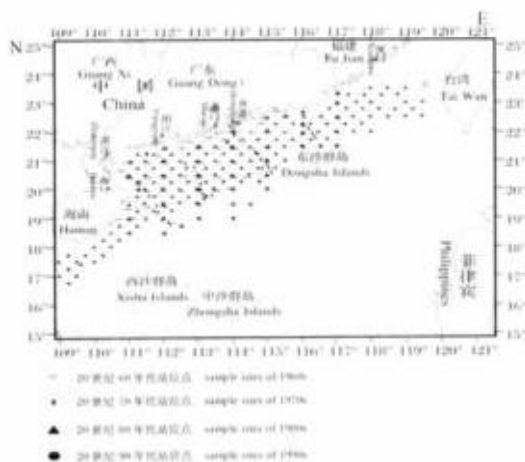


图1 采样点示意图

Fig.1 Sketch map of sample sites

调查中得到的多齿蛇鲷样品视时间是否允许在海上或带回实验室进行生物学测定及数据处理。生物学测定主要包括长度、体重、胃饱满度、性别及性成熟度等。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。20世纪60年代取样测定8 825尾,实际捕获18 983尾;20世纪70年代取样测定1 903尾,实际捕获18 143尾;20世纪80年代取样测定540尾,实际捕获尾数5 634尾;20世纪90年代取样测定4 800尾,实际捕获12 155尾。

据体长体重关系分析多齿蛇鲷各个年代的个体生长特性是否存在差异,进一步使用体长频率数据计算其生长方程参数。计算长度频率时,按月以1 cm为组距进行整理,据取样比率进行加权,组成体

长频率时间系列,据各日期捕获的尾数进行加权,分别得到20世纪60~90年代的体长频率数据。

1.2 生长、死亡参数估计方法

体长与体重关系可用以下公式表示:

$$W = aL^b \quad (1)$$

a 为生长的条件因子, b 为幂指数(据是否等于3可判断是否匀速生长——长、宽、高方向生长速度相等,即具体形不变,比重不变的特征)。

将实际测得的对应体长体重拟合得关系式为:

$$1960s: W = 0.0112^{L^{3.012}} \quad (r^2 = 0.911, n = 1582) \quad (2)$$

$$1980s: W = 0.0132^{L^{2.975}} \quad (r^2 = 0.970, n = 470) \quad (3)$$

$$1990s: W = 0.009^{L^{3.058}} \quad (r^2 = 0.934, n = 4785) \quad (4)$$

应用单因素方差分析法对上述3个方程进行显著性检验,得检验参数 $F = 0.0584$, $P = 0.944 > 0.05$,说明不同年代多齿蛇鲷体长体重关系的方程无显著性差异。

比较(2)、(3)及(4)式 b 均约等于3,说明多齿蛇鲷属于匀速生长鱼类;因而使用 Von Bertalanffy 生长方程可较合理的描述多齿蛇鲷的生长。

考虑到若以单一的资料计算生长参数,存在着资料不够完整的缺陷;由统计检验结果可知,各个年代的体长体重关系无显著性差异,各个年代多齿蛇鲷的生长遵循相似的规律,因而计算生长参数时使用20世纪60~90年代的综合资料。

1.2.1 生长方程 多齿蛇鲷的生长用 Von Bertalanffy 生长方程描述:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (5)$$

其中 L_t 为 t 龄鱼的体长, L_{∞} 为渐近体长(可据捕获鱼的最大体长初步确定一范围), K 为生长参数,表示生长曲线的平均曲率(鱼的平均生长速率), t_0 为理论生长起点年龄。

将体长频率数据输入 FISAT II (1.0.0 Version) 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^[1-3])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^[4]计算:

$$\ln(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \ln L_{\infty}' - 1.308 \ln K \quad (6)$$

1.2.2 自然死亡系数 通常鱼类生长环境的温度越高,其自然死亡率就越大^[5]。考虑到南海处于热带亚热带海域,水温较高,其自然死亡率受水温的影响较大,因而计算鱼类的死亡率时应将水温这一因素考虑进去,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^[6]进行计算:

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_{\infty}' + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T \quad (7)$$

(6)、(7)式中的 L_{∞}' 为全长,需将本文中使用的体长生长参数 L_{∞} 换算为全长,据实测资料从中取样 120 尾拟合出全长 (L_T) 与体长 (L_B) 的关系为:

$$L_T = 1.151 L_B + 1.532 (r=0.993) \quad (8)$$

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平均得 $T=24.2^{\circ}\text{C}$ 。

由于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,因而各个年代的自然死亡系数取综合资料进行计算。

1.2.3 总死亡系数 总死亡系数使用长度变换曲线法计算。由于总死亡系数包括自然死亡系数和捕捞死亡系数,其中的捕捞死亡系数在各个年代不同,因而总死亡系数采用各个年代的资料分别计算。

2 结果

2.1 生长参数及生长方程

综合 20 世纪 60~90 年代的数据应用 ELEFAN 1 方法计算得到了多齿蛇鲭的 Von Bertalanffy 生长方程:

$$L_t = 58.5 [1 - e^{-0.30(t+0.39)}] \quad (s=0.132)$$

生长曲线如图 2。

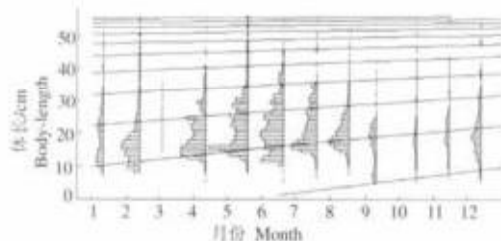


图2 据体长频率应用 ELEFAN 技术拟合的生长曲线
Fig.2 Growth curve from the frequency of body length by ELEFAN

2.2 死亡参数

2.2.1 自然死亡系数 $L_{\infty}' = 68.8 \text{ cm}$ [$L_{\infty} = 58.5$

cm 代入公式(8)求得], $K=0.30$, $T=24.20^{\circ}\text{C}$ 代入公式(7),得:

$$M=0.61$$

2.2.2 总死亡系数 据长度变换曲线法(图3),选取图中黑色的点进行线性回归(前边的点所对应的年龄还没达到完全补充年龄,后边的点由于样品较少而不具代表性,因而未加利用),得总死亡系数:

$$20 \text{ 世纪 } 60 \text{ 年代: } Z_1 = 1.34 (r=0.972)$$

$$20 \text{ 世纪 } 70 \text{ 年代: } Z_2 = 1.42 (r=0.972)$$

$$20 \text{ 世纪 } 80 \text{ 年代: } Z_3 = 2.16 (r=0.965)$$

$$20 \text{ 世纪 } 90 \text{ 年代: } Z_4 = 4.26 (r=0.991)$$

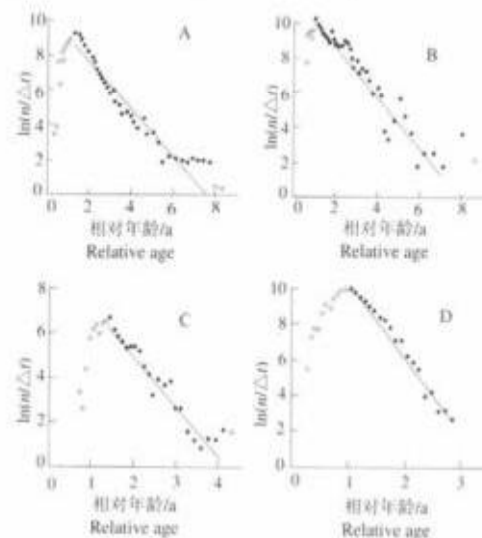


图3 据长度变换曲线法拟合总死亡系数
Fig.3 Total mortality coefficient (Z) from length-converted catch curve

A: 20 世纪 60 年代 $Z_1 = 1.34$; B: 20 世纪 70 年代 $Z_2 = 1.42$; C: 20 世纪 80 年代 $Z_3 = 2.16$; D: 20 世纪 90 年代 $Z_4 = 4.26$

A: Z_1 in 1960s was 1.34; B: Z_2 in 1970s was 1.42; C: Z_3 in 1980s was 2.16; D: Z_4 in 1990s was 4.26

2.2.3 捕捞死亡系数 捕捞死亡系数 = 总死亡系数 - 自然死亡系数 ($F = Z - M$):

$$20 \text{ 世纪 } 60 \text{ 年代: } F_1 = 0.73$$

$$20 \text{ 世纪 } 70 \text{ 年代: } F_2 = 0.81$$

$$20 \text{ 世纪 } 80 \text{ 年代: } F_3 = 1.55$$

$$20 \text{ 世纪 } 90 \text{ 年代: } F_4 = 3.65$$

20 世纪 60、70 年代的捕捞死亡系数相差不大,且较低,20 世纪 80 年代的大量捕捞,捕捞死亡系数增加了近一倍,而到了 20 世纪 90 年代的进一步过量捕捞(捕捞上来的均为低龄鱼),捕捞死亡系数又

增加了一倍。

2.3 资源利用状况

选取样品 840 条,拟合得叉长(L_T)与体长(L_N)关系式:

$$L_T = 1.0758 L_N + 0.4731 \quad (r = 0.9977) \quad (9)$$

现行开捕规格为叉长 15 cm,代入(9)式得开捕体长 13.5 cm(0.503 龄),见图 4。

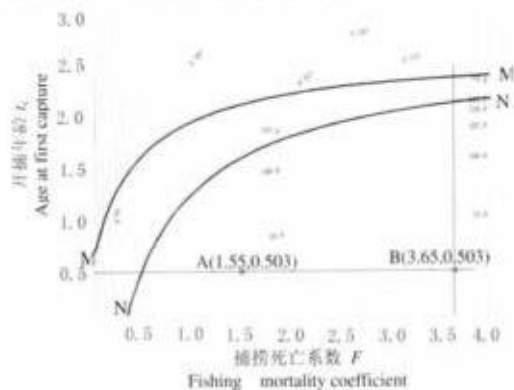


图4 多齿蛇鲻等渔获量曲线
Fig.4 Isogram of catch in *S. tumbil*

图4为将式(6)中的 b 近似成3所得的南海北部多齿蛇鲻单位补充量等渔获量曲线图,其中:(1)MM曲线为 F 固定,变化 t_c 的最大产量点连成之曲线,NN曲线为 t_c 固定,变化 F 的最大产量点连成之曲线,MM线与NN线之间的区域为最适产量区;(2)A点为80年代的渔业点,即 $F=1.55$, $t_c=0.503$ 龄时的渔业点,B点为20世纪90年代的渔业点,即 $F=3.65$, $t_c=0.503$ 龄时的渔业点;(3)通过AB点的水平线表示现行的开捕规格 $t_c=0.503$ 龄(相对应的开捕尺寸为 $L_c=13.5$ cm)维持不变的情况下单位补充量渔获量随捕捞死亡系数(捕捞强度)的变化情况,通过B点的垂直线是维持现有捕捞强度(捕捞死亡系数 $F=3.65$),单位补充量渔获量随开捕规格的变化情况。

由图可知,当 $t_c=0.503$ 龄,能承受的最大捕捞死亡系数为0.6(AB线与NN线交点),超过该点时,资源就有可能受到破坏,而20世纪80年代过度捕捞,捕捞死亡系数已经大大超过了该水平;同时,在捕捞强度不变(保持20世纪90年代水平 $F=3.65$)的情况下,其开捕年龄 t_c 应在2.135~2.385(通过B点垂直线分别与MM、NN线的交点,对应的

开捕体长 L_c 范围31~33 cm)之间,而当前所采用的开捕年龄远远小于这个范围,由资料可知,Ⅱ龄以下的鱼占总渔获量的比率由60、70年代的约40%到20世纪90年代的约85%,资源受到了严重破坏,因而有必要同时采取放大捕捞规格,降低捕捞强度来恢复资源。

3 讨论

为了避免采用不同方法以及资料不够全面而造成的偏差,同时,也为了克服20世纪90年代缺少该鱼年龄资料的缺陷,采用自20世纪60年代以来积累的资料,利用ELEFAN技术对南海北部多齿蛇鲻生长与死亡参数进行估算。

得到的Von Bertalanffy生长方程的相关参数为: $L_\infty=58.5$ cm, $K=0.30$, $t_0=-0.39$ 。其中表示平均生长速率的 K 值比徐旭才、张其永^[7]得出20世纪80年代关于闽南-台湾浅滩渔场多齿蛇鲻的结果要大,这与热带、亚热带海区鱼类生长速率相对较快的普遍规律相符;同时,也比20世纪60年代^[1]得到的 K 值要大,分析其原因可能是死亡率升高、鱼体变小,从而导致的平均生长速率加快的结果。

从1980年至2000年,广东、海南和广西三省渔船数量与功率分别增加了7倍和6倍;而同时,90年代末的陆架区底拖网渔获率大致只有80年代初的1/6~1/5^[8]。对于多齿蛇鲻的捕捞死亡系数由20世纪60年代的0.73升高到20世纪80年代的1.55,直至20世纪90年代的3.65,从等渔获量图分析,20世纪90年代末的渔业点远远偏离了最适产量区;若维持当前的开捕规格及捕捞强度不变,会导致多齿蛇鲻资源的进一步衰竭,而且也不符合经济效益的要求。南海北部作业的捕捞渔船总功率大致为最适捕捞作业量的3倍^[8]。因而,有必要采取减少捕捞渔船、限额捕捞、设置禁渔期等措施尽量降低捕捞强度。

考虑到目前管理力量不足的情况,在尽量降低捕捞努力量的同时制订最小开捕尺寸,以及由此制订实行最小网目尺寸不失为一种经济有效的方法。当前南海北部的多齿蛇鲻资源已经受到极大破坏,应当尽量降低捕捞强度的同时放大开捕体长以利于恢复资源。

据资料多齿蛇鲻当年鱼就能产卵,性成熟最小

1) 南海水产研究所、南海北部底拖网鱼类资源调查报告(海南岛以东)[R].第4册.1966.85~123.

长度为11~15 cm,目前20 cm的1⁺龄鱼已性成熟(小于等于20 cm已成熟的鱼占总性成熟鱼的52.4%),因而,开捕体长大于20 cm,可以对产卵亲体进行保护,防止补充型捕捞过度。同时,针对当前南海北部鱼类性成熟普遍提前这一状况,为了恢复资源,也应当将开捕体长定为大于20 cm。为了更合理的利用南海北部的多齿蛇鲷资源,据当前的渔业资源状况,从保护资源需要、经济效益、性成熟最小体长及可行性等方面综合考虑,由等渔获量曲线图,笔者认为:在尽量降低捕捞强度的同时建议将多齿蛇鲷的最适开捕年龄由原来的 $t_e = 0.503$ 龄($L_e = 13.5$ cm)放大到 $t_e = 1.17$ 龄($L_e = 22.0$ cm)。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Introduction to tropical fish stock assessment Part I - Manual [M]. FAO Fisheries Technical Paper 306/1, Rev. 2, 1989. 109-113.
- [4] 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.
- [5] 熊秉义.渔业资源评估[M].北京:农业出版社,1995.112-113,31-40.
- [6] 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.
- [7] 徐旭才,张其水.闽南-台湾浅滩渔场多齿蛇鲷种群年龄和生长特性[J].台湾海峡,1988,7(3):256-263.
- [8] 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论文集[C].北京:海洋出版社,2002.

Biology analysis of *Saurida tumbil* in northern South China Sea

SHU Li-ming, QIU Yong-song

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

Abstract: *Saurida tumbil* (Bloch et Schenider) belongs to Myctophiformes, Synodidae, mainly distributed in the India Ocean, the west Pacific and the Yellow Sea and south China Sea. In South China Sea the highest production once reached 18 000 t. Since 1960s', this species has been one of the main captured fish in South China Sea. Some reports on its resource and morphology have been published. But different analysis method and shortage on basic investigating data made some results have errors and subjectivity. In this experiment, growth parameters of *Saurida tumbil* in northern South China Sea were estimated using ELEFAN technology and the biology data collected from 1960s to 1990s. The results showed that the growth parameters of Von Bertalanffy growth equation was $L_{\infty} = 58.5$ cm, $K = 0.30$, $t_0 = -0.39$; Natural Mortality Coefficient (M) was 0.61 from Pauly equation according to growth parameters and average water temperature; Total Mortality Coefficient (Z) was got from length-converted catch curve with biology datum in different era. The Fishing Mortality Coefficient (F) in 1980s was calculated that F equaled to 1.55, which increased twice times compared with that in 1960s, and F in 1990s increased twice times compared with that in 1980s, indicating the yield spots nowadays have been in outsides of the optimum yield region. According to the isogram of catch, the stock resource of *Saurida tumbil* can't be exploited until the body length at first capture (L_c) reaches to 13.5 cm and F to 3.65. Taking into account the character of sex mature, possible fishing effort and economic requirement, it's suggested that L_c should be decreased from 22.0 cm to 13.5 cm and great efforts in reducing fishing intensity should be made by the government.

Key words: *Saurida tumbil* (Bloch et Schenider); growth parameters; fishing mortality coefficient; equal catch curve; first-capture body length; South China Sea

* This study is supported by a suvey program in north of South China Sea.