

中西太平洋金枪鱼围网流木鱼群中鲣鱼种群结构分析*

许柳雄** 王学昉 朱国平 叶旭昌 王春雷

(高校大洋生物资源开发和利用上海市重点实验室, 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306)

摘要 鲣鱼(*Katsuwonus pelamis*)是金枪鱼围网的主要目标鱼种, 研究其生物学特性有助于了解其群体结构, 对于合理利用该资源具有重要意义。根据2006年10月—2007年2月及2007年10月—2008年1月在上海测定的975尾捕获自流木鱼群的鲣鱼生物学数据, 应用统计与回归等分析方法对这些鲣鱼的叉长组成、叉长与体质量关系、性比、性腺成熟度等基本生物学特性进行了分析。结果表明: 1) 叉长组成: 流木鱼群中鲣鱼的叉长组成不呈正态分布($P < 0.05$), 叉长范围为243~733 mm, 优势叉长组为302~500 mm, 占80.62%, 其中雌、雄个体叉长分布存在显著性差异($t = 3.106, P < 0.05$) 2) 叉长与体质量关系: 流木鱼群鲣鱼的叉长(FL)与体质量(BM)关系为 $BW = 6.0983 \times 10^{-6} FL^{3.1870}$ ($R^2 = 0.9618$) 雌鱼和雄鱼的叉长与体质量关系之间不存在显著性差异(ANCOVA, $F = 2.756, P > 0.05$) 3) 性比: 在351~400 mm($\chi^2 = 7.784, P < 0.05$)和401~450 mm($\chi^2 = 17.147, P < 0.05$) 2个体长组中, 雌雄性比存在显著性差异, 流木鱼群鲣鱼的平均雌雄性比约为1:0.83, 且存在显著性差异($\chi^2 = 5.878, P < 0.05$) 4) 性腺成熟度: 流木鱼群鲣鱼的性成熟度以IV期以下为主, 占84.11%, 计算得出的达到首次性成熟的雌鱼和雄鱼叉长分别为520.62和527.52 mm, 均大于实际观测的达到性成熟的最小叉长。

关键词 中西太平洋; 围网; 流木鱼群; 鲣鱼; 种群结构

中图分类号 S931.5 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2009)02-0293-07

Stock structure of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the log school by purse seine in the Western and Central Pacific Ocean. XU Liu-xiong, WANG Xue-fang, ZHU Guo-ping, YE Xu-chang, WANG Chun-lei (Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation, Key Laboratory of the Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Ministry of Education College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China). *Chinese Journal of Ecology* 2009 28(2) 293-299.

Abstract: Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) is one of the main target species of tuna purse seine fishery. The study of its biological characteristics will help the better understanding of its stock structure, and have significance to the reasonable utilization of the resource. Based on the observation data of 975 skipjack tuna from the log school sampled on board purse seine vessels operated in the Western and Central Pacific Ocean waters from October 2006 to February 2007 and from October 2007 to January 2008, the basic biological characteristics such as fork length (FL), mass (BM), FL - BM relationship, sex ratio, and gonad maturity stage were analyzed by power regression and other statistic methods. The results indicated that the fork length distribution of the skipjack tuna did not follow normal distribution ($P < 0.05$). The fork length was from 243 to 733 mm, and the dominant one was from 302 to 500 mm, accounting for 80.62% of the total sampled fish. There was significant difference ($t = 3.106, P > 0.05$) in the FL distribution

* 上海市科委重点攻关计划项目(073205110)、上海市重点学科建设项目(S30702)、上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项(D-8003-08-0022)和上海海洋大学博士启动基金资助项目(B-8202-07-0279)。

** 通讯作者 E-mail: lxu@shou.edu.cn

收稿日期: 2008-06-18 接受日期: 2008-10-20

between females and males. The *FL-BM* relationship could be described as $BM = 6.0983 \times 10^{-6} FL^{3.1870}$ ($R^2 = 0.9618$), and no significant difference was found in such a relationship between females and males (ANCOVA, $F = 2.756$, $P > 0.05$). There existed significant difference in the female-male ratio between the fork length sets from 351 to 400 mm ($\chi^2 = 7.784$, $P < 0.05$) and from 401 to 450 mm ($\chi^2 = 17.147$, $P < 0.05$). The average female-male ratio of the skipjack tuna was about 1:0.83, and also showed significant difference ($\chi^2 = 5.878$, $P < 0.05$). The gonad maturity of the skipjack tuna was dominant by the maturity stages of IV and lower, accounted for 84.11% of the total number of sampled fish, and the estimated sizes at first maturity of female and male skipjack tuna were 520.62 and 527.52 mm, respectively, being higher than the observed minimum maturity sizes.

Key words: the Western and Central Pacific Ocean; purse seine; log school; *Katsuwonus pelamis*; stock structure.

鲣鱼(*Katsuwonus pelamis*)是全球金枪鱼围网渔业的最重要的目标鱼种。1998年以来,鲣鱼年渔获量一直维持在4种主要金枪鱼(长鳍金枪鱼(*Thunnus alalunga*),大眼金枪鱼(*T. obesus*),黄鳍金枪鱼(*T. albacares*)和鲣鱼)总渔获量的50%以上,2006年,该比例高达60%。而作为世界金枪鱼渔业主要渔场之一的中西太平洋,2006年鲣鱼渔获量为1536614 t,占该海区金枪鱼类总渔获量的70%(SPC 2007)。鲣鱼按集群特点一般可分为自由鱼群(俗称起水鱼群)、流木鱼群和鲸豚随附群3类,其中流木鱼群又可分为天然流木和人工集鱼装置(FAD)2个类型。与起水鱼群相比,流木鱼群较为稳定,容易围捕,因此目前在中西太平洋海区作业的围网渔船多以流木鱼群为主要捕捞对象(OFC, 2002)。

中国大陆的大型金枪鱼围网船自2001年首次进入中西太平洋渔场作业以来,无论是船队规模还是捕捞产量,在数年之间都取得了迅猛发展,2006年鲣鱼渔获量已占到总产量的90%以上(Dai *et al.*, 2007)。另一方面,中国船队由于船舶性能、助渔设备、船长经验等方面的限制,对于起水鱼群的下网命中率很低,产量主要来自于流木鱼群。由于金枪鱼围网捕捞流木鱼群会兼捕到比例较高的大眼金枪鱼幼鱼,有关国际金枪鱼管理组织要求限制该种捕捞方式(Nelson 2004; Langley & Hampton 2007)。2007年12月,作为中国金枪鱼围网船队捕捞流木鱼群重要渔场的巴布亚新几内亚等国开始在其专属经济区内设FAD禁渔区,2008年5月,管理南太平洋岛国金枪鱼渔业的论坛渔业局(FFA)提出了禁止FAD作业的提议。因此,在中国远洋金枪鱼围网渔业继续保持快速发展而国际金枪鱼管理组织日益严格控制使用FAD作业方式的双重背景之下,针对我

国船队的现状,展开对流木鱼群的相关研究十分必要。通过研究其生物学特性了解鲣鱼流木鱼群的种群结构,对于合理利用资源具有重要意义。

目前,国外学者对于鲣鱼生物学方面的调查报道较多(Chur & Zharov, 1983; Richardson & Habib, 1987; Andrade & Campos, 2002),国内有关鱼类种群结构的分析仅限于近海水域(许永明, 1988)。本文利用海上现场调查的生物学数据,对远洋金枪鱼围网捕获的流木鱼群中鲣鱼的叉长分布、叉长与体质量的关系、雌雄比、性腺成熟度等级等生物学指标进行分析,旨在对该海域流木鱼群中鲣鱼的种群结构进行研究,为开展资源评估积累基础数据,为今后该渔业的配额确定、资源养护和管理提供科学参考。

1 研究地区与研究方法

1.1 渔船、作业海域及时间

整个调查为生产性调查,不设具体调查站点,将调查期间捕获流木鱼群并进行采样的网次设为站点,调查的海区根据生产渔船以往的生产经验和其所掌握的渔期及渔场进行。

调查分2个阶段:第1阶段的2个航次分别为2006年10月29日—12月7日,调查海域为04°19'S—03°38'N, 154°20'E—157°49'E; 2007年1月26日—2月20日,调查海域为01°12'S—03°17'N, 143°49'E—152°44'E; 第2阶段的2个航次分别为2007年10月14日—2007年12月3日,调查海域为03°00'N—03°48'S, 151°37'E—163°23'E; 2007年12月14日—2008年1月4日,调查海域为0°00'N—03°43'S, 152°14'E—156°24'E(图1)。调查船分别为上海开创远洋渔业公司所属的金枪鱼围网渔船“金汇6号”、“POHNPEI 1号”和“金汇7号”。

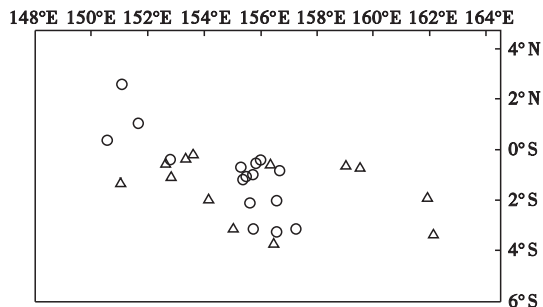


图1 取样点位置示意图

Fig. 1 Sampling locations

○ 2006年10月—2007年2月渔获物取样位置;△ 2007年10月—2008年1月渔获物取样位置。

1.2 调查方法

记录渔船作业点,采用随机取样的方式每次测量鲣鱼10~300尾,测定标本749尾(2006年10月—2007年2月)和226尾(2007年10月—2008年1月)。测定内容为鲣鱼的叉长、体质量、性别、性腺成熟度等级等。其中叉长测量使用精度为1mm的钢卷尺;体质量测定使用精度为5g电子秤;性别在对样本解剖后通过肉眼鉴定;性腺成熟度的划分采用I期、II期、III期、IV期、V期、VI期6个等级(陈新军2004)。

1.3 数据处理

1.3.1 叉长频次分析 运用STATISTICA 6.0中的Histograms功能以50mm为组距对鲣鱼的叉长分布进行分析,再运用SPSS 15.0中的Shapiro-Wilk检验(W检验)和t检验分别验证各组叉长组数据是否符合正态分布及雌雄叉长组成是否存在显著性差异。

1.3.2 叉长-体质量关系 运用EXCEL 2000中的幂函数回归方法拟合叉长-体质量关系,即: $BM = aFL^b$, 式中BM为体质量,FL为叉长。运用SPSS 15.0中的协方差(ANCOVA)检验分析雌、雄鲣鱼叉长与体质量关系是否存在显著性差异。

1.3.3 性别分析 计算鲣鱼总体的雌雄性比及不同体长组的雌雄比例,其中雌雄性比为雌鱼尾数与雄鱼尾数的比值,运用SPSS 15.0中的适合性卡方(χ^2)检验验证总体及不同体长组中鲣鱼的雌雄性比是否与1:1的理论比例相符。

1.3.4 首次性成熟体长(L_{50}) 本研究采用Lysack(1980)(式(1))的方法进行分析。

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-K(X_i - C)}} \quad (1)$$

式中 P_i 为叉长组 X_i 时鱼类成熟度的比例, K 和 C 为需估算的参数。对于大部分鱼类而言,所有个体

在叉长长到某一个值时将达到性成熟。在这种情况下 C 则为 L_{50} 。 K 为鱼类成熟回禀率, K 值越大,表明鱼类从未成熟达到成熟的过程越短。

L_{50} 和 K 也可以通过负二项对数似然法进行非线性最小化进行估算(式(2))(Rutaisire & Booth 2005)。

$$-\ln L = \sum y_L \ln\left(\frac{P_L}{1 - P_L}\right) + n_L \ln(1 - P_L) \quad (2)$$

式中 y_L 为抽样鱼类尾数为 n_L 的叉长组 L 中成熟个体数量。最大似然估计利用EXCEL 2000中的SOLVER工具进行分析。

2 结果与分析

2.1 叉长组成

2.1.1 总体组成 鲣鱼共975尾,叉长范围为243~733mm,平均叉长为(421 ± 83.1)mm。优势叉长(样本数占到总样本数的10%以上的体长组)为302~500mm,占渔获总尾数的80.62%;而叉长大于600mm的大个体仅占渔获总尾数的3.18%(图2)。利用W检验得出,流木鱼群鲣鱼渔获物的叉长组成并不呈正态分布($P = 1.16 \times 10^{-17} < 0.05$)。

2.1.2 分性别叉长组成 测定雌性样本358尾,叉长范围为298~733mm,平均叉长为(409 ± 63.4)mm,其中优势叉长(301~500mm)占到91.06%;雄性样本296尾,叉长范围为279~626mm,平均叉长为(424 ± 59.3)mm,其中优势叉长(301~550mm)占到95.27%(图3)。流木鱼群鲣鱼的雌、雄叉长分布均不呈正态分布($P < 0.05$)。t检验表明,流木鱼群鲣鱼渔获物样本中雌、雄个体叉长分布存在显著性差异($t = 3.106$, $P = 1.975 \times 10^{-3} < 0.05$)。

2.2 叉长与体质量关系

测定结果表明,流木鱼群鲣鱼渔获物体质量范

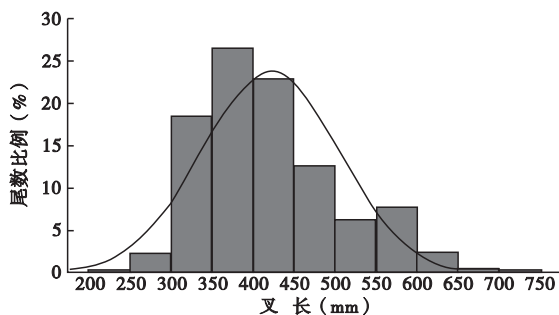


图2 中西太平洋流木鱼群鲣鱼的叉长分布

Fig. 2 Fork length distribution of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean

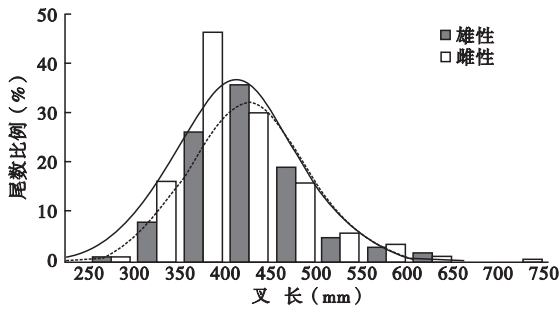


图 3 中西太平洋流木鱼群鲣鱼雌雄个体的叉长分布
Fig.3 Fork length distribution of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean by sex

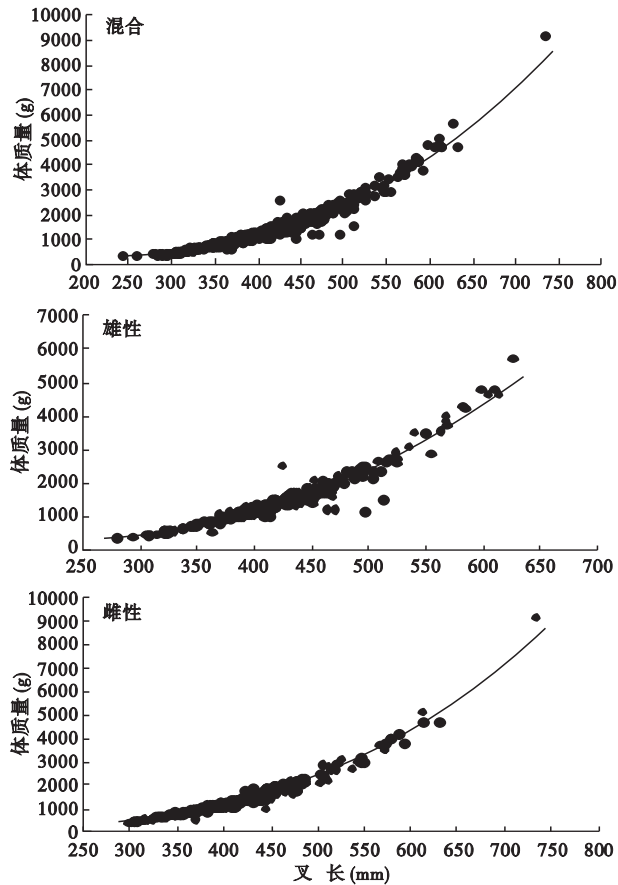


图 4 中西太平洋流木鱼群鲣鱼的叉长与体质量的关系
Fig.4 Relationship between fork length and body weight of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean

围为 300 ~ 9165 g, 平均体质量(1630 ± 1179) g。其中雌性个体体质量范围为 395 ~ 9165 g, 雄性个体体质量范围为 395 ~ 5715 g。在不分性别及区分雌、雄的情况下, 鲣鱼的叉长与体质量关系见图 4, 相应的幂函数关系如式(3) — 式(5)。

雄性、雌性鲣鱼渔获物叉长与体质量的关系分别为:

$$\text{雄性 } BM = 6.9404 \times 10^{-6} FL^{3.1660} \quad (R^2 = 0.9470 \quad n = 296) \quad (3)$$

$$\text{雌性 } BM = 5.6685 \times 10^{-6} FL^{3.1988} \quad (R^2 = 0.9716 \quad n = 358) \quad (4)$$

式中 BM 为体质量(g); FL 为叉长(mm)。

通过 ANCOVA 检验分析表明, 雌雄鲣鱼叉长与体质量之间的关系不存在显著性差异($F = 2.756, P = 0.097 > 0.05$)。因此, 将雌雄个体综合在一起, 得出中西太平洋围网流木鱼群中鲣鱼的叉长与体质量关系为:

$$BM = 6.0983 \times 10^{-6} FL^{3.1870} \quad (R^2 = 0.9618 \quad n = 654) \quad (5)$$

2.3 性比

共对 711 尾鲣鱼进行性别鉴定, 鉴定出雌性鲣鱼 358 尾, 雄性鲣鱼 296 尾, 无法鉴定性别(I 期) 的为 57 尾。鲣鱼总体的雌雄性比为 1:0.83, 卡方(χ^2) 测验结果表明, 该比值存在显著性差异($\chi^2 = 5.878, P = 1.5 \times 10^{-2} < 0.05$), 再对不同体长组的雌雄性比进行检验可以发现, 除了 351 ~ 400 mm($\chi^2 = 7.784, P = 5.3 \times 10^{-3} < 0.05$) 和 401 ~ 451 mm($\chi^2 = 17.147, P = 3.4 \times 10^{-5} < 0.05$) 2 个体长组的雌雄比例存在显著性差异外(图 5), 其他体长组的性比均接近 1:1, 雌雄比例无显著性差异($P > 0.05$)。通过比较不同体长组鲣鱼的雌雄比例可以看出, 随着体长的增大, 雄性鲣鱼在总体中所占的比例呈增大的趋势。

2.4 性腺成熟度

2.4.1 按叉长组划分的性成熟个体比例 对 711 尾雌雄鲣鱼的性腺成熟度等级按照 L_{50} 的标准进行划分(图 6) 拟合的结果表明达到首次性成熟(性腺成熟度为 IV 及以上) 的雄性个体对应的叉长为

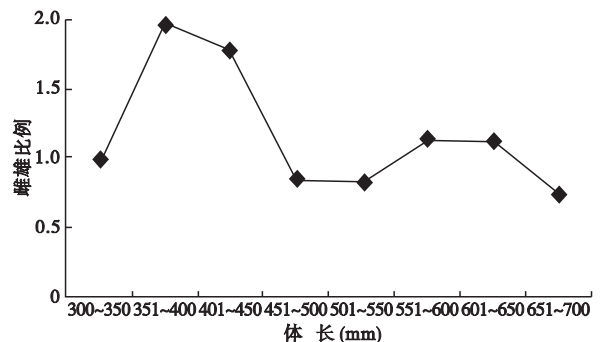


图 5 中西太平洋流木鱼群鲣鱼按体长组划分的性别比例
Fig.5 Sex ratio of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean by fork length classes

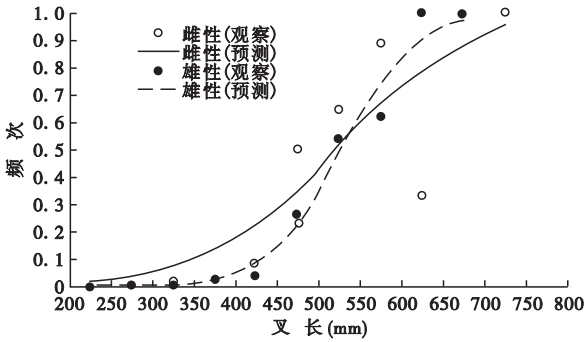


图6 中西太平洋流木鱼群鲣鱼按体长组划分的性成熟个体比例

Fig.6 Percentage of maturation of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean by fork length classes

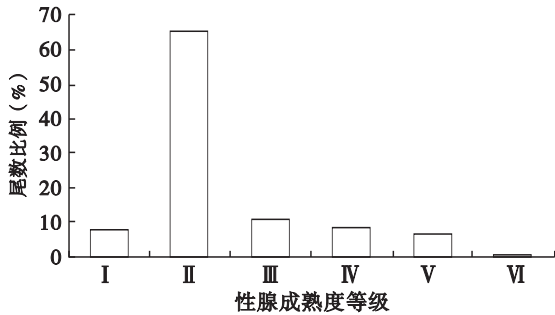


图7 中西太平洋流木鱼群鲣鱼按性腺成熟度等级划分的频次分布

Fig.7 Distribution of *K. pelamis* from the log school in the Western and Central Pacific Ocean in individuals by maturity stages of the gonad

527.52 mm,成熟率为 0.0231 mm^{-1} ;雌性个体对应的叉长为 520.62 mm,成熟率为 0.0129 mm^{-1} 。而在本研究实际观测中,达到性成熟的雄性个体最小叉长为 342 mm,达到性成熟的雌性个体的最小叉长为 433 mm。

2.4.2 按性腺成熟度划分的频次分布 以性腺成熟度等级为划分标准对流木鱼群中的鲣鱼的频次分布进行统计,发现性腺成熟度Ⅳ级以下的个体所占比例达到 84.11%,其中性腺成熟度为Ⅱ级的个体所占比例为 65.26%(图7)。

3 讨论

Williams(2003)指出,1997—2001年在中西太平洋海区由围网捕获的鲣鱼的体长分布范围主要集中在 400~700 mm,而对比本次的调查结果,可以发现流木鱼群中的鲣鱼体长的总体水平明显偏小。这是因为 Williams 的调查对象是针对所有鲣鱼鱼群,

并不以流木群及起水群来分类研究。事实上,Williams(2003)指出,由围网捕获的起水鱼群中的鲣鱼的体长要稍大于流木鱼群中的鲣鱼以及由竿钓捕获的鲣鱼的体长,而 Langley 等(2003)的研究结论认为围网渔业由于投网类型的不同会导致鲣鱼及其他金枪鱼的空间分布、单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort)及渔获物的体长组成存在一些差异,也佐证了这一结论。可以看出,本研究的结果与前人的结论基本一致,但在流木鱼群中鲣鱼的体长水平与其他鱼群鲣鱼的体长水平的差异的程度存在出入,这还需要进行持续广泛地样本采集来进一步确定差异程度。

国外有利用鲣鱼脊椎骨为年龄鉴定材料来逆推太平洋鲣鱼体长的研究(Chi & Yang,1973;Aikawa,1937),但是,由于结果差异较大,而且无法验证其准确性,这些估测的结果被认为是不可信的(Joss et al.,1979)。利用耳石日轮增量及标志放流的方法得到的结果被认为比较可信(Joss et al.,1979),Uchiyama 和 Struhsaker(1981)利用鲣鱼耳石日轮增量鉴定得到的中太平洋鲣鱼和 Langley 等(2003)根据标志放流及耳石鉴定得到的太平洋鲣鱼的 1 龄、2 龄、3 龄、4 龄对应的叉长分别为 440、680、830、910 mm 和 450、640、750、800 mm,2 种结果在 1 龄及 2 龄鱼所对应的体长上比较吻合。利用这种体长与年龄的对应关系对照本次调查的结果,可以发现本次调查的流木鱼群中的鲣鱼主要是当年鱼及部分 1+ 龄鱼。但是由于鲣鱼的不同个体之间存在很大差异(Langley et al.,2003),这种简单地利用体长对鲣鱼群体年龄进行划分的方法仅有参考意义。

本次调查的鲣鱼总体的雌雄比例与以往的调查结果相比偏小(表1)。Matsumoto 和 Skillman(1984)认为,渔业中未达到性成熟的幼鱼中雌性占到多数,而在年龄较大或达到产卵年龄的成鱼中,

表1 不同海域鲣鱼性比研究比较

Tab.1 Comparison on study of sex ratios of *K. pelamis* from various waters

海区	雌雄性比	来源	备注
大西洋北卡罗来纳海域	1:0.86	Batts,1972	休闲渔业渔获
印度洋马达加斯加海域	1:0.83	Marcille & Stequert, 1976	竿钓船渔获
太平洋夏威夷海域	1:1.16	Brock,1949	竿钓船渔获
太平洋马绍尔群岛北部海域	1:1.60	Marr,1948	-
太平洋台湾海域	1:1.00	Hu & Yang,1972	叉长为 40~49 cm
	1:1.31		叉长为 50~59 cm
	1:1.00		叉长为 60~69 cm

大多数为雄性。所以本研究中鲣鱼的平均性比以雌鱼居多的原因可能是流木鱼群中未达到性成熟的幼鱼占到多数。另外,本研究中以性腺成熟度等级划分的流木鱼群的频次分布可直接印证此猜想。

Brock(1949)、Man(1948)和Matsumoto和Skillman(1984)对太平洋鲣鱼的多次调查显示,初次产卵或排放成熟卵子的雌鱼的体长范围为400~450 mm。本次调查中雌鱼达到性成熟时的最小叉长观测值与之相符,但与通过 L_{50} 法计算出的雌鱼达到首次性成熟所对应的理论叉长值却存在巨大差异。造成这种差异的原因可能是 L_{50} 法的计算基础是对样本性腺成熟度等级的判定,而未经过统一培训的观察员对于性腺成熟度划分标准的理解可能会存在主观差异,从而造成对性腺成熟度等级判定的不准确或不一致。另外,也有部分学者认为鲣鱼在体长为550 mm时性腺成熟(赵传纲和陈思行,1983),Vilela和Castell(1993)指出,在巴西沿岸捕获的鲣鱼初次性成熟的叉长为530 mm,当叉长达到580 mm时所有鲣鱼均达到性成熟,这些结论与所计算出的理论值比较一致。但是,无论鲣鱼达到初次性成熟时的叉长是450 mm还是550 mm,本次调查的流木鱼群中鲣鱼的性成熟个体的比例都很低。

本次调查的样本数量虽然达到近千尾,但与一些长年累月的研究所获得的数据相比仍然较少,今后需对不同时间段及体长组的样本继续扩充,统计分析的结论才能更加科学可靠。另外,本次调查的时间周期虽然较长,但是2年中调查的月份发生重叠,对全年月份的覆盖不足,没有形成长度较长的连续的完整的时间序列,不能反映出鲣鱼的性比、性腺成熟度等级、叉长组成等生物学特征的月际变化。而调查的某些指标也应更加深入细致,譬如性腺成熟度等级不能再简单地以六级进行目测定性划分,而应结合卵径、性腺指数等量化数据进行精细分析。

本研究从叉长组成、年龄结构、性别比例、性腺成熟等级的频次分布等方面对流木鱼群中鲣鱼的种群结构进行分析,初步得出本次调查的流木鱼群中的鲣鱼是以低龄鱼为主。但这个结论是否是流木鱼群中普遍存在的现象,以及鲣鱼及其他金枪鱼幼鱼在流木周围集群的原因,则还需更广泛深入地调查研究。

致谢 本文得到上海市水产集团“中西太平洋金枪鱼围网捕捞及渔情预报”项目的支持,上海开创

远洋渔业公司领导在船只安排方面给予周到考虑,海上调查期间在收集和测定数据方面得到公司所属的“金汇6号”、“POHNPEI 1号”和“金汇7号”3艘金枪鱼围网渔船船长以及全体船员的大力支持,谨致谢忱。另外,本文在文章结构及英文摘要方面还得到了美国缅因大学(School of Marine Sciences, University of Maine)陈勇教授的润色,在此表示感谢。

参考文献

- 陈新军. 2004. 渔业资源与渔场学. 北京:海洋出版社.
- 许永明. 1988. 东海群带鱼资源特征和渔业管理. 生态学杂志, 7(1):6-10.
- 赵传纲,陈思行. 1983. 金枪鱼类和金枪鱼渔业. 北京:海洋出版社.
- Aikawa H. 1937. Notes on the shoal of bonito along the Pacific coast of Japan. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 6:13-21.
- Andrade HA, Campos RO. 2002. Allometry coefficient variations of the length-weight relationship of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic. *Fisheries Research*, 55:307-312.
- Brock VE. 1949. A preliminary report on *Parathunnus sibi* in Hawaiian waters and a key to the tunas and tuna-like fishes of Hawaii. *Pacific Science*, 3:271-277.
- Batts BS. 1972. Sexual maturity, fecundity, and sex ratios of the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus), in North Carolina waters. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101:626-637.
- Chi KS, Yang RT. 1973. Age and growth of skipjack tuna in the waters around the southern part of Taiwan. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 3:199-221.
- Chur VN, Zharov VL. 1983. Determination of age and growth of the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Scombridae), from the southern part of the Gulf of Guinea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23:53-67.
- Dai XJ, Ye XC, Xu LX. 2007. China Tuna fisheries in the Western and Central Pacific Ocean in 2006// Proceedings on scientific committee third regular session of Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), Honolulu, United States of America.
- Hu F, Yang RT. 1972. A preliminary study on sexual maturity and fecundity of skipjack tuna. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 1:88-98.
- Joss E, Le Guen JC, Kearney R, et al. 1979. Growth of skipjack. *Occasional Papers of South Pacific Commission*, 11:1-83.
- Lysack W. 1980. 1979 Lake Winnipeg fish stock assessment program. *Manitoba Department of Natural Resources Manuscript Report*, 80-30:1-118.
- Langley A, Ogura M, Hampton J. 2003. Stock assessment of

- skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean. Proceedings on Sixteenth Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish. Mooloolaba, Qld, Australia.
- Langley A, Hampton J. 2007. Spatio-temporal patterns of purse seine catches of skipjack and juvenile bigeye and yellowfin tuna caught in association with floating objects// Proceedings on Scientific Committee Third Regular Session of Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), Honolulu, United States of America.
- Marr JC. 1948. Observations on the spawning of oceanic skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Neohunnus macropterus*) in the northern Marshall Islands. *Fish Bulletin*, **51**:201-206.
- Marcille J, Stéquent B. 1976. Etude préliminaire de la croissance du listao (*Katsuwonus pelamis*) dans l'ouest de l'Océan Indien tropical. *Cahiers ORSTOM (Sér Océanographie)*, **14**:139-151.
- Matsumoto WM, Skillman RA, Dizon AE. 1984. Synopsis of biological data of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *NOAA Technical Report and NMFS Circular*, **451**:1-92.
- Nelson P. 2004. Reducing juvenile bigeye tuna mortality in FAD sets// Proceeding on 17th Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish of Inter-American Tropical Tuna Commission, Majuro, Marshall Islands.
- OFDC (Overseas Fisheries Development Council of Chinese Taipei). 世界鲣鲐围网渔业简介[EB/OL]. [2002-04-11] www.ofdc.org.tw/catchstatus/02/WholeWorld_PURSE_Introduction.pdf.
- Richardson BJ, Habib G. 1987. A genetic study of the origins and structuring of the skipjack tuna population exploited by the New Zealand fishery. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **21**:109-116.
- Rutaisire J, Booth AJ. 2005. Reproductive biology of ningu *La-beo victoriana* (Pisces: Cyprinidae) in the Kagera and Sio Rivers, Uganda. *Environmental Biology of Fishes*, **73**:153-162.
- SPC (Secretariat of the Pacific Community). 2007. Estimates of annual catches in the WCPFC statistical area// Proceedings on Scientific Committee Second Regular Session, Honolulu, United States of America.
- Uchiyama JH, Struhsaker P. 1981. Age and growth of skipjack tuna, *katsuwonus pelamis*, and yellow fin tuna, *Thunnus albacares*, as indicated by daily growth increments of sagittae. *Fish Bulletin*, **79**:151-162.
- Vilela MJA, Castello JP. 1993. Dinamica poblacional del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) explotado en la region sudeste-sul del Brasil en el periodo 1980-1986. *Frente Maritimo* **14** (Sec A):111-124.
- Williams PG. 2003. Over view of skipjack fisheries in the western and central pacific ocean 2002// Proceedings on Sixteenth Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish. Mooloolaba, Qld, Australia.
-
- 作者简介 许柳雄,男,1956年生,教授。主要从事远洋渔业资源开发和渔具力学研究,发表论文30余篇。E-mail: lxxu@shou.edu.cn
- 责任编辑 李凤芹
-