

文章编号: 1000-0615(2005)04-0565-05

• 研究简报 •

东太平洋热带海域大青鲨繁殖生物学特征

戴小杰, 许柳雄
(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

关键词: 大青鲨; 繁殖生物学; 金枪鱼延绳钓; 热带东太平洋

中图分类号: S931.1 文献标识码: A

Reproductive biology characteristics of *Prionace glauca* in the tropical Eastern Pacific Ocean

DAI Xiao-jie, XU Liu-xiong
(College of Ocean, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: During July–November in 2003, pelagic fish survey was conducted by longliner covering areas of 03° S–17° S, 96° W–146° W. Sampling gear was longline fishing. With the precaudal length increment, the total gonad weight of male blue shark increases greatly but that of female increases little. The average value of TGS (total gonadosomatic index) of female amounts to 0.64 but male increases to 0.98. The blue shark is viviparous and the period of parturition appears in Oct.–Nov. The sex ratio of adult blue shark is not fitted to 1:1. Preliminary results show that female matures at total length 183 cm (precaudal length 137 cm). The broods range from 13 to 62 and average 34.29±11.2 (n=28). There is no obvious relationship between broods and maternal length. The length at birth arrives at total length 44 cm. Based on the observation of egg diameter in the ovary of female blue shark, the maximum of egg diameter is 16–18 mm occurred in Nov. and at the same time fertilized eggs appear. Based on the clasper length analysis, the smallest male matures at total length 174 cm (precaudal length 131 cm).

Key words: *Prionace glauca*; reproductive biology; tuna longline fishing; tropical Eastern Pacific Ocean

大青鲨(*Prionace glauca*)是一种大型中上层鲨鱼,隶属于真鲨目、真鲨科、大青鲨属。广泛分布在全球热带和温带海域,最大全长可达到300 cm,在南海和东海亦有记录。该鱼生活在海洋上层和沿岸海域^[1-3]。大青鲨是金枪鱼延绳钓渔业的重要兼捕对象,占兼捕鲨鱼总渔获尾数的50%^[4],是大西洋公海金枪鱼延绳钓兼捕渔获物中的优势鱼种,其兼捕量和资源状况已经引起区域性渔业组织的关注,国际大西洋金枪鱼资源保护委员会(ICCAT)已经要求缔约方和非缔约方上报该鱼种的渔业数据,并准备对该种群进行评估^[5,6]。泛美热带金枪鱼委员会(IATTC)对于各东太平洋渔业国兼捕鲨鱼也密切关注。鲨鱼繁殖方式多样,繁殖力相对于硬骨鱼类较低^[7,8],其繁殖生物学特征对于种群数量变动具有重要意义。陈明茹等^[9]对于近海

几种小型鲨鱼的生物学、朱元鼎和孟庆闻^[2]对中国南海大青鲨的繁殖力、Nakano^[11]对北太平洋的大青鲨繁殖生物学进行过研究,但未见对东太平洋海域大青鲨繁殖生物学研究报道,本研究为评价东太平洋海域大青鲨种群数量变动提供基础生物学资料。

1 材料与方法

1.1 调查时间和海域

调查时间为2003年7–11月。调查海域范围03° S–17° S, 96° W ~ 146° W,位于东太平洋热带公海海域。

1.2 取样

本研究调查船为“天祥328”金枪鱼延绳钓渔船。大青

收稿日期: 2004-07-06

资助项目: 上海水产大学校长基金资助(科02-48); 上海市教委青年基金(科02-177)

作者简介: 戴小杰(1966-),男,安徽无为,人,博士,副教授,主要从事渔业资源生物学和渔业资源评估的研究。E-mail: xjlai@shfu.edu.cn

鲨样本由该船金枪鱼延绳钓钓具在捕获金枪鱼的同时兼捕得到。调查中使用四种鱼饵即竹𩚰鱼、远东拟沙丁鱼、细鳞圆𩚰、阿根廷鱿鱼。共观察到 254 尾成体大青鲨, 35 尾怀仔的雌体大青鲨。

1.3 测定方法

全长(TL): 自吻端到尾鳍末端长度(cm); 吻-尾柄长(precaudal length, PCL): 自吻端到尾上凹洼(precaudal pit)的长度(cm); 叉长(FL): 自吻端到尾鳍中央分叉处长度(cm); 交接器长度(clasper length); 交接器基部到顶端长度(cm); 总性腺指数% (total gonadosomatic index, TGSI) = (总性腺重量/体重) × 100。

体重测定用磅秤, 误差为 ± 1 kg; 性腺重量用杆秤(最小测定值为 50 g) 和弹簧秤进行测定(最小测定值为 10 g)。长度测定用皮卷尺。

2 结果

2.1 吻-尾柄长与总性腺重量、总性腺指数关系

雌性的总性腺重量包括 1 个卵巢及生殖导管重量。本调查期间钓获的雌性大青鲨总性腺重量范围为 180~750 g, 平均为 382 ± 134 g (n= 30); 雌性的总性腺重量随吻-尾柄长增加而增加, 但增加幅度小(图 1)。这很可能与雌体出现妊娠现象, 卵巢出现周期性变化有关。卵巢的重量范围是 30~ 330 g, 占总性腺重量的 12% ~ 51%, 平均为 38% ± 11.5% (n= 23)。

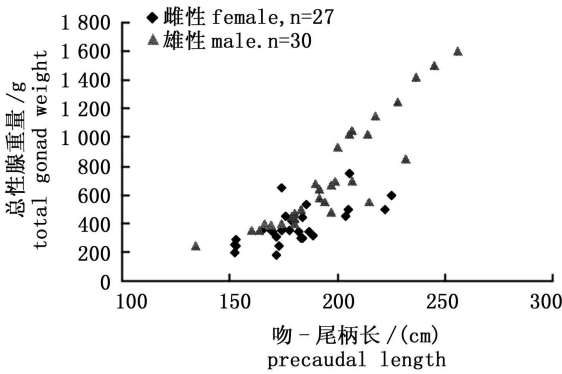


图 1 大青鲨吻-尾柄长和总性腺重量关系

Fig. 1 Relationship between blue shark PCL and total gonad weight

雄性的总性腺重量包括 2 个精巢及生殖导管重量。钓获的雄性大青鲨总性腺重量范围为 240~ 1 600 g, 平均为 724 ± 366 g (n= 30); 随吻-尾柄长增加, 雄性总性腺重量增加幅度较大(图 1)。精巢重量范围是 170~ 1 250 g, 占总性腺重量的 52% ~ 83.3%, 平均为 69.7% ± 7.49% (n= 52)。

雌性总性腺指数范围为 0.3~ 1.06, 平均为 0.64; 雄性的总性腺指数在 0.62~ 1.23, 平均为 0.98。雄性总性腺指

数高于雌性, 雌性大青鲨的总性腺指数不随吻-尾柄长增加而增大, 基本保持一个恒定范围; 雄性大青鲨的性腺指数有随吻-尾柄长增加而有增加的趋势(图 2)。

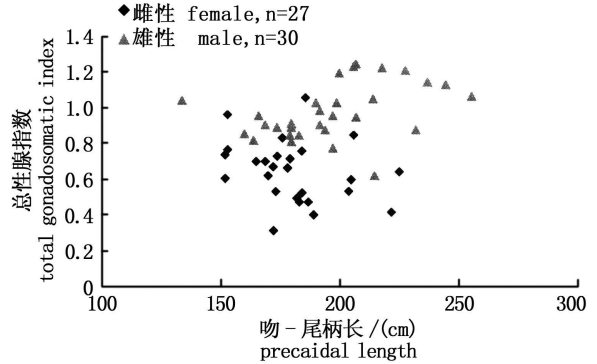


图 2 大青鲨吻-尾柄长和总性腺指数关系

Fig. 2 Relationship between blue shark PCL and TGSI

2.2 性比

成体鲨鱼很容易从外形上鉴别雌雄, 雄性个体有交接器。随机鉴定 254 尾大青鲨性别, 其中雌体 109 尾, 雄体 145 尾。雌雄性比为 1: 1.33, 检验结果表明雌雄性比不符合 1: 1 [$\chi^2 = 4.5512, df = 1, \chi^2 > \chi^2_{0.05}(3.84)$]。

2.3 怀孕雌体长度分布

共取样解剖 35 尾怀孕大青鲨(包括子宫内怀受精卵的雌体), 怀孕大青鲨最小全长为 183 cm(吻-尾柄长为 137 cm), 依此可以判断东太平洋海域雌性性成熟的最小全长为 183cm。最大全长为 291 cm(吻-尾柄长为 225 cm), 怀孕雌体的全长范围主要分布在 205~ 245 cm, 该长度个体数占总尾数 60%(图 3)。

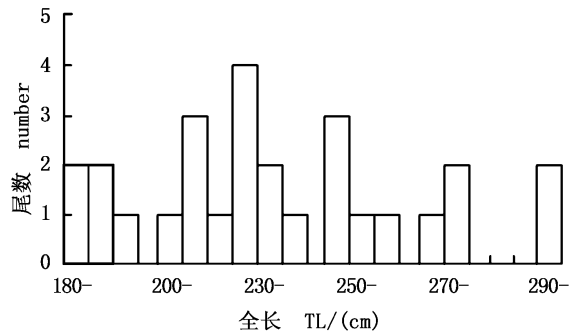


图 3 怀孕大青鲨的全长分布频率

Fig. 3 Length-frequency distribution of pregnant female blue shark

2.4 母体怀仔量、仔性比、仔长度

大青鲨的繁殖方式为胎生, 在子宫内发育的鲨鱼仔有卵黄胎盘与子宫内膜连接。解剖雌体体腔, 发现怀孕个体的子宫一般膨大, 同时, 计数左右子宫内仔鱼的尾数并鉴别性别。结果显示, 大青鲨每胎怀仔量最少为 13 尾, 最多

62尾, 平均为 34.29 ± 11.2 尾 ($n = 28$); 调查还发现有3尾怀孕母体的子宫内全部为死仔, 也发现有些含仔的左右子宫内各有2~3尾死仔, 并且有的死仔即将被消化吸收。大青鲨所怀仔的数量随着母体全长的增加而有增加的趋势, 对35尾母体大青鲨怀仔量与母体长度(TL)进行作图回归, 得到如下方程:

$$\text{仔数(litter size)} = -11.6374 + 0.1953x$$

母体全长(mother total length)该方程相关系数低($R = 0.3865$), 因此, 可以认为, 成熟母体大青鲨长度与怀仔量没有显著的相关性。

对28尾怀孕大青鲨所怀的241尾仔进行性别鉴定, 雌体123尾、雄体118尾, 根据统计学原理, $\chi^2 = 0.104 < \chi^2_{0.05}$, 或 $P = 0.747 > 0.05$ 。因此, 仔鱼性别符合1:1。每尾怀孕母体所怀仔鱼的性比和 χ^2 值检验见表1。

表1 大青鲨所怀仔的性比和 χ^2 值检验(28尾怀孕母体)

Tab.1 Embryo sex ratio and chi-square values for 28 pregnant blue sharks

序号 No.	性别 sex	χ^2 值 χ^2_{square}	序号 No.	性别 sex	χ^2 值 χ^2_{square}
1	10 ♀ 3 ♂	3.769*	15	25 ♀ 9 ♂	* 7.529
2	20 ♀ 26 ♂	0.783	16	18 ♀ 13 ♂	0.806
3	20 ♀ 26 ♂	0.783	17	21 ♀ 15 ♂	1
4	13 ♀ 8 ♂	1.19	18	17 ♀ 7 ♂	4.167*
5	20 ♀ 14 ♂	1.059	19	23 ♀ 26 ♂	0.184
6	14 ♀ 8 ♂	1.636	20	22 ♀ 14 ♂	1.778
7	28 ♀ 34 ♂	0.581	21	13 ♀ 18 ♂	0.806
8	25 ♀ 23 ♂	0.083	22	20 ♀ 25 ♂	0.556
9	13 ♀ 29 ♂	6.095*	23	25 ♀ 18 ♂	1.14
10	26 ♀ 16 ♂	2.381	24	22 ♀ 24 ♂	0.087
11	20 ♀ 17 ♂	0.243	25	11 ♀ 10 ♂	0.048
12	17 ♀ 10 ♂	1.815	26	22 ♀ 18 ♂	0.4
13	11 ♀ 22 ♂	3.667	27	6 ♀ 17 ♂	9.966*
14	13 ♀ 10 ♂	0.391	28	18 ♀ 19 ♂	0.027

注: * 表示该值大于 $\chi^2_{0.05}$

Notes: * means the value exceeds the $\chi^2_{\text{square}}(0.05)$

225尾仔鱼的长度测定结果, 叉长范围12.2~39 cm, 平均 26.6 ± 6.4 cm; 全长范围为14~47 cm, 平均32 cm。仔鱼重量范围10~270 g, 平均 124.35 ± 63.7 g。大青鲨仔鱼全长和重量之间呈幂函数关系(图4), $W = 0.01537L^{2.5468}$ ($R = 0.9850, n = 23$)。在调查过程中发现一尾怀仔鱼的大青鲨, 其仔鱼的平均全长达到取样仔鱼中最大值44 cm(叉长37 cm, 吻-尾柄长33 cm), 平均重量189 g。外形上看, 仔鱼的卵黄胎盘已经消失, 体色已经是成鱼体色, 且能在水中自由活动, 显然, 这些仔鱼已经具备在水中独立活动能力。因此, 可以初步推断, 大青鲨仔鱼的出生长度约为44 cm(TL), 并且10月份至11月份是东太平洋大青鲨可能的分娩(parturition)时间。

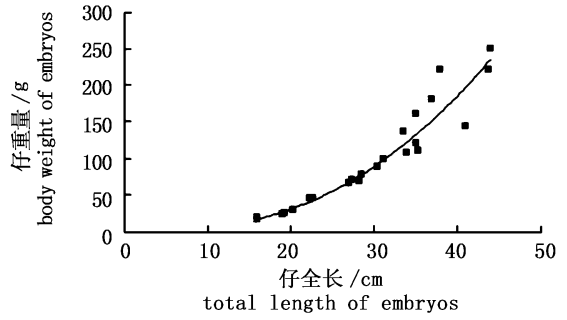


图4 仔鱼全长和体重关系

Fig. 4 Relationship between embryo total length and body weight

2.5 大青鲨卵巢内卵径变化

在调查期间, 雌体大青鲨卵巢内卵径从7~11月有逐渐增大的趋势(图5)。8月平均卵径约6 mm, 10月为12 mm; 11月达16 mm。同时在11月初期, 发现有3尾大青鲨的子宫内具有受精卵, 而母体卵巢内的卵径达16 mm, 另外, 有2尾大青鲨子宫膨大, 宽度为5 cm, 而正常卵巢内卵粒直径小, 子宫宽度一般为2 cm。在 $09^{\circ}S \sim 10^{\circ}S, 127^{\circ}W \sim 128^{\circ}W$ 海域发现多尾大青鲨子宫膨大, 但无受精胚胎, 最大卵径达到18 mm。大青鲨左子宫一般具11~14枚受精卵, 右子宫14~17枚。从10~11月卵巢内卵粒增大, 而同时子宫内具有受精卵, 故可以初步推断11月份左右也是大青鲨怀孕受精的时间。

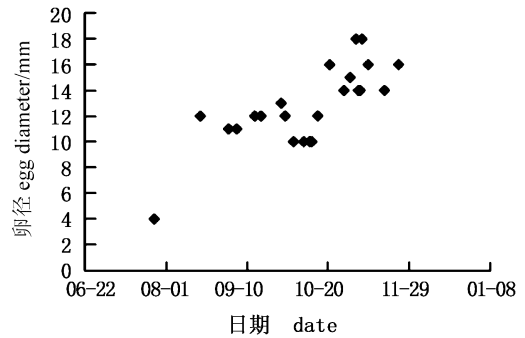


图5 雌性大青鲨卵巢内卵径的月变化

Fig. 5 Monthly change of egg diameter of female blue shark

2.6 雄性交接器长度

雄性大青鲨交接器长度最短为13 cm, 最长为21 cm。大青鲨全长与交接器长度之间存在一定的线性相关性(图6)。拟合的直线方程为: 交接长度 = $0.06537L + 1.174$ ($R = 0.8364, n = 37$)。观察发现, 所有雄性交接器呈硬直状态, 软骨完全钙化(full calcification), 并有精液出现。表明雄性个体均达到性成熟。由此可认为东太平洋雄性大青鲨的最小性成熟全长为174 cm或吻-尾柄长131 cm。

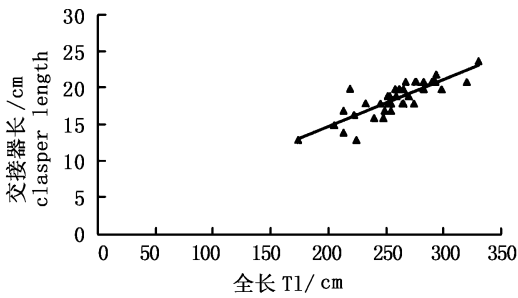


图6 雄性交接器长和成体全长的相关性

Fig. 6 Relationship between male total length and clasper length

3 讨论与小结

3.1 初次性成熟长度

Nakano^[1]依据外部形态以及交接器状态判别雄性鲨鱼的成熟状况,认为北太平洋大青鲨雄性的最小成熟吻-尾柄长为130~160 cm。本调查海区获得的雄性个体雄性交接器呈硬直状态、完全钙化,并有精液出现,因此,东

太平洋雄性大青鲨的最小性成熟全长为174 cm(吻-尾柄长131 cm)。Pratt^[10]认为北大西洋大青鲨雄性性成熟的最小叉长为180 cm(吻-尾柄长161 cm)。由此可以推断东太平洋的大青鲨雄性性成熟的最小吻-尾柄长与北太平洋的相近,而比北大西洋的小。Nakano^[1]依据卵巢重量、总性腺重量以及卵径大小等指标判别北太平洋大青鲨雌性性成熟的最小吻-尾柄长约为140 cm,本研究结果得出东太平洋海域雌性最小性成熟的全长为183 cm或吻-尾柄长137 cm,与北太平洋的近似。

3.2 大青鲨繁殖力

4种大洋性真鲨(其他3种真鲨也被取样观察)的繁殖力(表2),大青鲨的繁殖力最高,高于镰状真鲨,长鳍真鲨和路氏双髻鲨。大青鲨是繁殖能力最强的大型鲨鱼之一,每胎产仔鱼28~54尾^[10-12],在印度洋大青鲨最多可以产仔鱼135尾^[13,14]。Nakano^[1]对北太平洋669尾怀仔鱼雌体进行观察后发现,每胎产仔鱼数量为1~62尾,平均每胎25.6,仔鱼性别比为1:1。本次调查观察到东太平洋海域大青鲨的每胎产仔鱼数量为13~62尾,平均为34.29±11.2尾(n=28),胎儿性别比例也为1:1。但平均怀仔鱼数量多于北太平洋。

表2 4种大洋性真鲨繁殖力比较

Tab. 2 Fecundity comparison of four pelagic sharks

	大青鲨 <i>Prionace glauca</i>	长鳍真鲨 <i>Carcharhinus longimanus</i>	镰状真鲨 <i>Carcharhinus faliformis</i>	路氏双髻鲨 <i>Sphyma lewini</i>
文献记载怀仔鱼量 quantity of embryos in brood of record	25(1-62) ^[1]	6(2-10) ^[12]	10-14 ^[12]	15-31 ^[13]
本次调查怀仔鱼量 quantity of embryos in brood of the survey	34(13-62)	5	8	未见怀孕 no information
仔鱼性别比 sex ratio of embryos	1:1	1:1	1:1	/

高繁殖力表明大青鲨在大洋生态系统中具有较强的适应能力,同时也是使其广布大洋,成为优势种的原因之一。

Ketchen^[15]研究了白斑角鲨(*Squalus acanthias*)的母吻-尾柄长度和怀胎量的关系,认为白斑角鲨的母吻-尾柄长度和怀胎量呈线性关系,相关系数为0.572;Parsons^[16]研究了*Rhizoprionodon terraenovae*母体长度和母体怀胎量的关系后得出,仔鱼的数量随着母体长度的增加而显著增加。本次研究表明大青鲨母体长度和怀仔鱼量的关系不明显,相关系数仅为0.3865。

参考文献

- [1] Nakano H. Age, reproduction and migration of blue shark in the North Pacific Ocean[R]. Bull Nat Res Inst Far Seas Fish, 1994, (31): 141-190.
- [2] 朱元鼎,孟庆闻.中国动物志 圆口纲 软骨鱼纲[M].北京:科学出版社,2001. 251-253.
- [3] 孟庆闻,苏锦祥,缪学祖.鱼类分类学[M].北京:中国农业出版社,1995.10-30
- [4] Bonfil R. Overview of World Elasmobranch Fisheries[R]. FAO Fisheries Technical Paper(No. 341). Rome, FAO, 1994, 95-96.
- [5] 戴小杰,项忆军.热带大西洋公海金枪鱼延绳钓渔获物上钩率的分析[J].水产学报,2000,24(1):81-85.
- [6] 戴小杰,许柳雄.大西洋中上层鲨鱼资源状况的初步探讨[J].水产学报,2003,27(4):328-333.
- [7] 孟庆闻.鱼类比较解剖学[M].北京:科学出版社,1987. 262-269.
- [8] 孟庆闻,李文亮.鲨和鳐的解剖[M].北京:海洋出版社,1985. 162-169.
- [9] 陈明茹,丘书院,等.闽南近海尖头斜齿鲨卵壳腺的研究[A].鱼类学论文集第六集[C].北京:科学出版社,1997. 28-33.
- [10] Pratt H L. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*[J].

US Fish Wildl Serv Fish Bull, 1979, 77: 445- 470.

- [11] Bigelow, H B, Schroeder W C. Fishes of the western North Atlantic Lancelots, Cyclostomes, Sharks[M]. Memoirs of Sears Foundation for Marine Research, 1948. 1:282- 286.
- [12] Castro J I, Woodley C M, Brudek R L. A preliminary evaluation of the status of shark species [R]. FAO Fisheries Technical Paper, 1999, 1- 30.
- [13] Compagno L J V. FAO species catalogue. Sharks of the world, Annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes[A]. FAO Fisheries Synopsis (125) [C], 1984. 521- 547.
- [14] Gulanov Y P, Grigor' yev. Observations on the distribution and biology of the (Carcharinidae) of the Indian Ocean[J]. J Ichth, 1975. 15:37- 43.
- [15] Ketchen K S. Age and growth of dogfish *Squalus acanthias* in British Columbia Waters[J]. J Fish Res Bd Canada, 1975. 32: 43 - 59.
- [16] Parsons G R. The reproductive biology of the Atlantic sharp-nose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson) [J]. Fish Bull, 1983, 63(1): 34- 44.

欢迎订阅 2006 年《海洋渔业》

《海洋渔业》创刊于 1979 年, 是中国科学技术协会主管、中国水产学会和中国水产科学研究院东海水产研究所主办的学术期刊。《海洋渔业》主要刊载海洋水产资源与捕捞、海水增养殖、渔业水域生态环境保护、水产品保鲜与综合利用、水产生物技术、渔业机械与仪器等方面的水产基础理论研究和水产应用基础研究的论文、综述和简报, 读者对象主要为海洋水产科技工作者、水产院校师生和渔业行政管理人员等。

《海洋渔业》为国内外公开发行, 国内统一刊号: CN 31- 1341/S, 国际标准刊号: ISSN 1004- 2490, 邮发代号: 4- 630。季刊, 大 16 开, 88 页, 逢季中月 25 日出版。定价: 14 元/ 册。读者可在当地邮局订阅, 也可直接汇款至编辑部订阅。

编辑部地址: 上海市军工路 300 号, 邮编: 200090

电话: 021- 65680116, 021- 65684690 × 8048, 传真: 021- 65683926

电子信箱: haiyangyuye@tom.com; haiyangyuye@126.com

网址: www.eastfishery.ac.cn