

西南大西洋拉氏南美南极鱼生物学特性的初步研究

朱国平^{1,2}, 许柳雄^{1,2*}, 陈新军^{1,2}

(1. 上海海洋大学, 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 201306;

2. 上海海洋大学, 上海市高校大洋生物资源开发和利用重点实验室, 上海 201306)

摘要: 根据2009年12月-2010年1月在西南大西洋阿根廷外海测定的271尾拉氏南美南极鱼生物学数据, 对拉氏南美南极鱼的全长(TL)和体长(SL)组成、全长和体重(BW)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) 体长组成: 全长范围为145~302 mm, 优势全长组为200~260 mm; 体长范围为135~265 mm, 优势体长为160~220 mm。雌、雄个体全长($F=1.930, P=0.167 > 0.05$)和体长($F=1.965, P=0.163 > 0.05$)分布均无显著性差异。全长与体长关系为 $TL=0.8755SL+0.0076$ ($R^2=0.9846$) (2) 全长与体重关系: 拉氏南美南极鱼全长与体重关系为 $BW=1.0845 \times 10^{-6} TL^{3.3968}$ ($R^2=0.9818$), 雌雄拉氏南美南极鱼叉长与体重之间的关系不存在显著性差异 (ANCOVA, $F=1.755, P > 0.05$)。 (3) 拉氏南美南极鱼平均雌雄性比为1:0.17。 (4) 12月至1月, 西南大西洋拉氏南美南极鱼性成熟度基本上以II为主, 而III~VI个体则非常少。各全长组拉氏南美南极鱼性成熟度存在显著性差异 ($\chi^2=569.59, P < 0.05$)。 (5) 首次性成熟全长为275 mm, 而成熟率为0.0263/mm。

关键词: 拉氏南美南极鱼; 生物学特性; 西南大西洋

中图分类号: S 917.4

文献标识码: A

拉氏南美南极鱼 (*Patagonotothen ramsayi* Regan, 1913) 属远洋底栖性, 为南美南极鱼属中数量最大的鱼种, 分布于西南大西洋温带海域 ($36^{\circ}\text{S} \sim 55^{\circ}\text{S}, 60^{\circ}\text{W} \sim 70^{\circ}\text{W}$), 栖息水层为50~500 m^[1-2], 为福克兰岛陆架和陆坡水域常见种^[3-5], 主要摄食底栖或近底栖甲壳动物^[6], 同时也是许多大型鱼类, 如鳕 (*Merluccius* spp.)、犬牙鱼 (*Dissostichus eleginoides*)、羽鳃鲷 (*Genypterus blacodes*) 和澳洲犁齿鳕 (*Salilota australis*) 的食物^[7-9]。

拉氏南美南极鱼为非分批产卵鱼种, 具有较为明显的性生长二态性, 产卵季节在南半球秋季 (42°S 阿根廷陆架水域) 和春季 (Burdwood 浅滩)^[3,10]。另外, Ekau^[3] 对该鱼种的生长、产卵、体长-体重关系、资源量和营养等进行了分析; Sosinski 等^[11] 和 Brickle 等^[12] 分别通过耳石对该

鱼种的年龄和生长进行了分析。尽管丰度很高及其在食物网结构中有着非常重要的作用, 但由于商业价值较低, 该鱼种也是鱿鱼和有鳍鱼类拖网渔业的主要丢弃对象, 有关该鱼种的生物学数据相对较少^[6,10,12]。为了更好地掌握该鱼种的基础生物学, 利用执行我国首次开发南极海洋生物资源项目期间收集的数据, 对该鱼种的生长和繁殖等生物学进行了分析, 以期补充该鱼种的生物学数据, 并为进一步掌握该鱼种的资源状况提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查渔船、海域和时间

调查渔船为大连渔业有限公司大型拖网渔船“安兴海”轮, 国际总吨位为6394 t, 总长为114.50 m, 船宽为17.30 m。调查海域为西南大

收稿日期:2010-05-11 修回日期:2010-06-22

资助项目:国家“八六三”高新技术研究发展计划(2007AA092202);上海市重点学科建设项目(S30702);南极海洋生物资源开发与利用项目(D-8003-09-0158)

通讯作者:许柳雄, E-mail: lxxu@shou.edu.cn

西洋阿根廷外公海海域(图1)。调查时间为2009年12月至2010年1月。

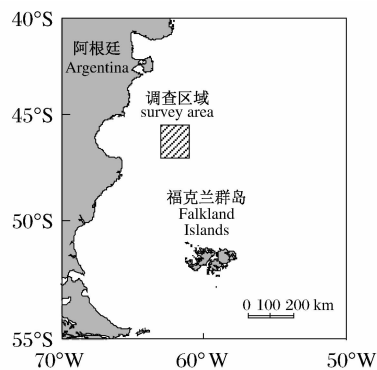


图1 调查区域
Fig.1 Survey area

1.2 调查方法和内容

整个调查为生产性作业,不设具体调查站点,将调查期间拖网作业并进行采样的网次设为站点。记录渔船作业点,各作业点随机取样并测量样本20~30尾不等。测定项目为全长、体长、体重、性别和性腺成熟度等。其中全长和体长测量使用精度为1 mm的钢尺;体重测定使用精度为1 g的电子秤;对样本解剖后通过肉眼鉴定性别;性腺成熟度的划分采用I~VI期^[13]。生物学测定按《海洋调查规范》进行^[13]。

1.3 数据处理方法

体长频次分析 以20 mm组距对拉氏南美南极鱼的全长和体长进行分组,运用Shapiro-Wilk检验(W检验)分析叉长频数是否符合正态分布,然后利用t检验分析雌、雄个体之间体长和全长组成是否存在显著性差异。

全长-体重关系 运用幂函数回归方法拟合全长-体重关系,即: $BW = aTL^b$,式中:BW为全重,TL为全长。利用协方差(ANCOVA)检验分析雌雄拉氏南美南极鱼叉长与体重关系是否存在显著性差异。

性别分析 利用单因子方差分析检验拉氏南美南极鱼的性比是否存在显著性差异,利用适合性卡方(χ^2)测验,验证拉氏南美南极鱼的性比是否与1:1的理论比例相符。

性成熟度分析 利用两因子列联表分析各体长组拉氏南美南极鱼性成熟度之间是否存在显著性差异。

首次性成熟体长 采用Lysack^[14]的方法

进行分析,并认为性成熟度达到Ⅲ期的个体达到性成熟。具体算法参考Zhu等^[15]。

本研究使用的统计软件为SPSS 15.0和Excel 2003。

2 结果与分析

2.1 体长组成

测定的拉氏南美南极鱼相关基础生物学数据见表1和图2。W检验表明,拉氏南美南极鱼全长和体长组成均并不呈正态分布($P < 0.05$)。t检验结果表明,雌、雄个体间全长($F = 1.930, P = 0.167 > 0.05$)和体长($F = 1.965, P = 0.163 > 0.05$)分布均不存在显著性差异。

表1 西南大西洋拉氏南美南极鱼生物学数据
Tab.1 Biological data on rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean

项目 items	最大 maximum	最小 minimum	平均值± 标准误 mean±SE	样本量 sampling size
全长 TL	145	302	229.8±1.8	271
体长 SL	135	265	201.2±1.6	271
全重 BW	25	320	121.0±3.0	271
全长* TL	161	302	231.5±2.5	221
体长* SL	142	265	201.7±2.2	221
全重* BW	37	276	123.0±4.9	221
全长** TL	174	302	234.6±7.6	22
体长** SL	151	261	203.9±6.6	22
全重** BW	45	320	132.9±15.4	22

注:*表示雌性;**表示雄性。

Notes:* signify females,** signify males.

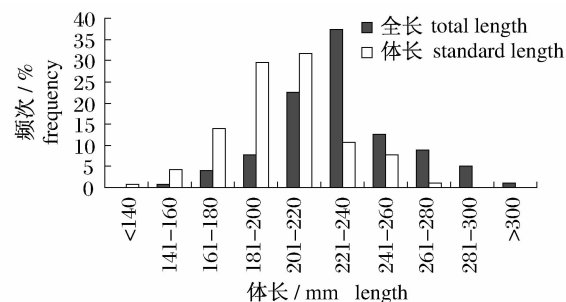


图2 西南大西洋拉氏南美南极鱼全长和体长频次分布
Fig.2 Total length and standard length distribution of rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean

不分性别拉氏南美南极鱼体长和全长之间的关系(图3)为

$$TL = 0.8755SL + 0.0076$$

$$(R^2 = 0.9846, n = 271) \quad (1)$$

式中,TL 为全长(mm),SL 为体长(mm)。

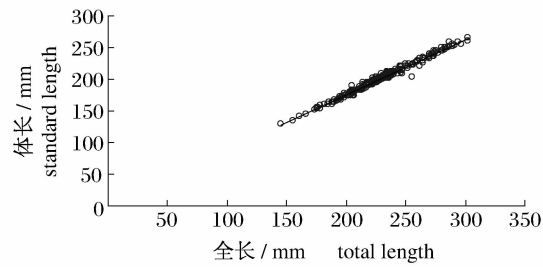


图3 西南大西洋拉氏南美南极鱼全长和体长之间的关系
Fig.3 The relationship between total length and standard length of rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean

2.2 体长与体重关系

在不分性别及区分雌、雄的情况下,拉氏南美南极鱼的全长与体重关系见图4,相应的幂函数关系如式(4)~(6)。

雄性、雌性拉氏南美南极鱼全长与体重的关系分别为

雄性:

$$BW = 5.9886 \times 10^{-7} TL^{3.5042} \quad (2)$$

$(R^2 = 0.9926, n = 22)$

雌性:

$$BW = 1.0417 \times 10^{-6} TL^{3.4026} \quad (3)$$

$(R^2 = 0.9809, n = 221)$

不分性别:

$$BW = 1.0845 \times 10^{-6} TL^{3.3968} \quad (4)$$

$(R^2 = 0.9818, n = 271)$

式中,BW 表示体重(g);TL 表示全长(mm)。

式(4)~(5)显示,拉氏南美南极鱼雌雄个体均呈现异速生长模式,而 t 检验表明雌雄拉氏南美南极鱼全长与体重关系中的 b 值存在显著性差异($t=6.4924, P<0.001$),这也表明雌雄个体生长存在一定的差异。ANCOVA 检验表明,雌雄拉氏南美南极鱼全长与体重之间的关系不存在显著性差异($F=1.755, P=0.187>0.05$)。

2.3 性比与性成熟度

共对 156 尾拉氏南美南极鱼进行性别鉴定,鉴定出雌性 122 尾,雄性拉氏南美南极鱼 21 尾,不分性别的为 13 尾,雌雄性比为 1:0.17。全长在 200~300 mm 的拉氏南美南极鱼中,各体长组的雌性个体的比例均在 70% 以上(图 5)。卡方(χ^2)测验结果表明,在 201~220 mm($\chi^2=21.78, P<0.05$)、221~240 mm($\chi^2=30.77, P<0.05$)、

241~260 mm($\chi^2=10.29, P<0.05$) 和 281~300 mm($\chi^2=6.40, P<0.05$) 4 个体长组中,雌雄组成与 1:1 的理论值存在显著性差异;而其它体长组中,性比都接近 1:1,雌雄组成无显著差异($P>0.05$)。

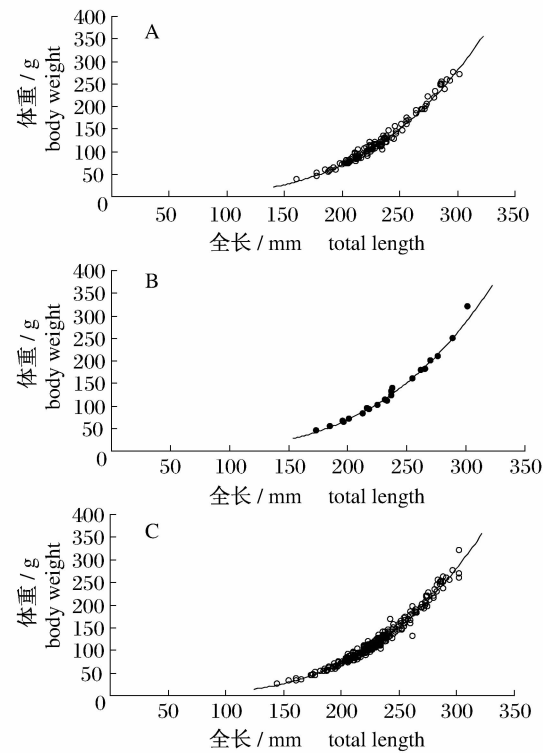


图4 西南大西洋拉氏南美南极鱼全长与体重的关系
a. 雌性; b. 雄性; c. 不分性别。

Fig.4 Relationship between total length and body weight of rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean

a. female; b. male; c. unsexed.

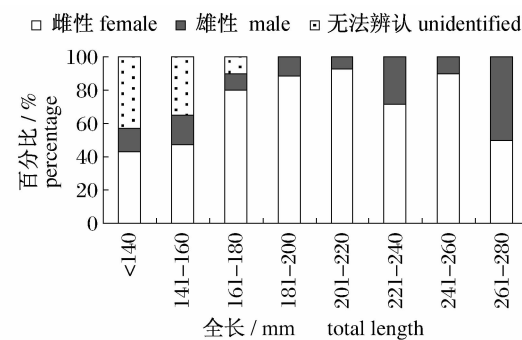


图5 西南大西洋拉氏南美南极鱼
不同体长组的性别百分比

Fig.5 Sexual percentage of rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean by different total length classes

由图 6 可以发现,12 月至 1 月,西南大西洋拉氏南美南极鱼性成熟度以 II、VI 期为主,各全长

组均在60%以上,而Ⅲ~Ⅴ期个体则非常少。通过两因子列联表分析可知,各全长组拉氏南美南极鱼性成熟度存在显著性差异($\chi^2 = 437.52, P < 0.05$)。

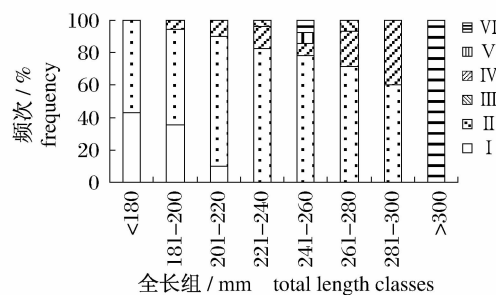


图6 西南大西洋拉氏南美南极鱼不同全长组的性成熟度频次分布

Fig. 6 Sexual maturity distribution of rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean by different total length classes

2.4 首次性成熟体长

西南大西洋拉氏南美南极鱼首次性成熟全长(L_{50})为275.0 mm,而成熟率(δ)分别为0.026 3/mm(图7)。Brickle等^[16]分析了福克兰群岛及巴塔哥尼亚陆架水域拉氏南美南极鱼的繁殖生物学,雌雄个体性成熟体长(全长)分别为248 mm和276 mm,该结果与本研究较为接近。

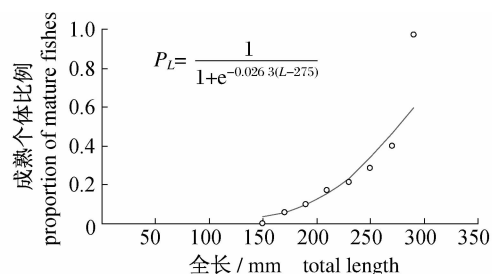


图7 西南大西洋拉氏南美南极鱼成熟拉氏南美南极鱼比例及 Logistic 模型估算的50%性成熟体长

Fig. 7 Proportion of sexually mature rockcod in the Southwestern Atlantic Ocean and length at 50% sexual maturity was estimated using a Logistic model

3 讨论

拉氏南美南极鱼是阿根廷外海陆架水域最为常见的鱼种之一。尽管该鱼种一直以来均为鱿鱼及有鳍鱼类拖网渔业的主要丢弃对象^[10],但鉴于

目前国际渔业资源不断衰竭,该鱼种也逐渐成为鱿鱼拖网渔业中主要的兼捕渔获,从我国拖网渔船本次调查的结果来看,拉氏南美南极鱼在鱿鱼拖网渔业中的比例相对较大,且渔获也作为兼捕渔获保留。鉴于目前有关该鱼种的生物学数据相对较少^[6,10,12],本研究对该鱼种的基础生物学,包括体长分布、体长-体重关系、性比和性成熟度及首次性成熟体长进行了初步的研究,主要结论包括:

(1) 全长范围为14.5~302 mm,平均全长为229.8 mm;体长范围为135~265 mm,平均体长为201.2 mm。体长和全长之间的关系为 $TL = 0.875 5SL + 0.007 6$ 。

(2) 全长与体重关系为 $BW = 1.084 5 \times 10^{-6} TL^{3.396 8}$,雌、雄个体全长与体重之间的关系不存在显著性差异。

(3) 雌雄性比为1:0.17。

(4) 性成熟度基本上以Ⅱ为主,各全长组均在60%以上,而Ⅲ~Ⅵ个体则非常少。

(5) 首次性成熟叉长(L_{50})为275.0 mm,而成熟率(δ)分别为0.026 3/mm。

感谢大连远洋渔业有限公司“安兴海”轮船长及船员在采样过程中提供的协助,感谢中国海洋大学姜国良教授及中国水产科学研究院黄海水产研究所吴强同志在海上测量和取样过程中提供的帮助。

参考文献:

- [1] Nakamura I, Inada T, Takeda M, et al. Important fishes trawled off Patagonia [R]. Tokyo: Japan Marine Fishery Resource Research Center, 1986:369.
- [2] Erzini K. A compilation of data on variability in length-age in marine fishes [R]. Fisheries Stock Assessment, Title XII, Collaborative Research Support Program, University of Rhode Island. Working Paper 77, 1991:36.
- [3] Ekau W. Biological investigations on *Notothenia ramsayi* Regan 1913 (Pisces, Nototheniidae) [J]. Arch Fisch Wiss, 1982, 33 (1-2):43-68.
- [4] Norman J R. Coast fishes. Part II. The Patagonian region [R]. Discov Repts, 1937, 16:1-150.
- [5] Hart T J. Report on trawling surveys on the

- Patagonian continental shelf [R]. *Discov Repts*, 1946, 23: 223 - 408
- [6] Laptikhovskiy V V, Arkhipkin A I. An impact of seasonal squid migrations and fishing on the feeding spectra of subantarctic notothenioids *Patagonotothen ramsayi* and *Cottoperca gobio* around the Falkland islands [J]. *J Appl Ichthyol*, 2003, 19(1) : 35 - 39.
- [7] Arkhipkin A, Brickle P, Laptikhovskiy V. Variation in the diet of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* (Perciformes: Nototheniidae), with size, depth and season around the Falkland Islands (Southwest Atlantic) [J]. *J Fish Biol*, 2003, 63(2) : 428 - 441.
- [8] Brickle P, Laptikhovskiy V, Pompert J, *et al.* Ontogenetic changes in the feeding habits and dietary overlap between three abundant rajid species on the Falkland Islands' shelf [J]. *J Mar Biol Assoc UK*, 2003, 83(5) : 1119 - 1125.
- [9] Nyegaard M, Arkhipkin A, Brickle P. An alternating discard scavenger; variation in the diet of kingclip, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Islands [J]. *J Fish Biol*, 2004, 65(3) : 666 - 682.
- [10] Brickle P, Shcherbich Z, Laptikhovskiy V, *et al.* Aspects of the biology of the Falkland' s rockcod *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913) on the southern Patagonian Shelf [R]. Falkland Islands Government, 2005 : 81.
- [11] Sosiński J, Janusz J. The distribution and biology of *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913) : results of Polish studies on the Patagonian Shelf, 1979 - 1993 [R]. Sea Fisheries Research Institute, Gdynia, Poland, 2003.
- [12] Brickle P, Arkhipkin A, Shcherbich Z. Age and growth of a sub-Antarctic notothenioid, *Patagonotothen ramsayi* (Regan 1913), from the Falkland Islands [J]. *Polar Biol*, 2006, 29(8) : 633 - 639.
- [13] 国家海洋局. GB 12763. 1 - 7 - 91 海洋调查规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [14] Lysack W. 1979 Lake Winnipeg fish stock assessment program [R]. Manitoba Department of Natural Resources Report No. 30, 1980 : 118.
- [15] Zhu G P, Xu L X, Zhou Y Q, *et al.* Reproductive biology of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the west-central Indian Ocean [J]. *J Ocean Univ Chin*, 2008, 7(3) : 327 - 332.
- [16] Brickle P, Laptikhovskiy V, Arkhipkin A, *et al.* Reproductive biology of *Patagonotothen ramsayi* (Regan, 1913) (Pisces: Nototheniidae) around the Falkland Islands [J]. *Polar Biol*, 2006, 29(7) : 570 - 580.

The biology characteristics of rockcod (*Patagonotothen ramsayi*) in the Southwestern Atlantic Ocean

ZHU Guo-ping^{1,2}, XU Liu-xiong^{1,2*}, CHEN Xin-jun^{1,2}

(1. The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources,

Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. The Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation,

Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the biological data ($n = 271$) collected in the southern Atlantic Ocean off Argentina during December 2009 to January 2010, the present study analyzed the biological characteristics of rockcod (*Patagonotothen ramsayi*), including total length (TL), standard length (SL), the relationship between TL and body weight (BW), sex ratio, sexual maturity and size at 50% sexual maturity. The results showed that: (1) The TL ranged from 145 to 302 mm with dominating TL of 200 to 260 mm, the SL ranged from 135 to 265 mm with dominating SL of 160 to 220 mm. The TL ($F = 1.930, P = 0.167 > 0.05$) and SL ($F = 1.965, P = 0.163 > 0.05$) distribution between female and male individuals had no significant differences. The relationship between TL and SL was $TL = 0.8755SL + 0.0076$ ($R^2 = 0.9846$). (2) The relationship between TL and BW was $BW = 1.0845 \times 10^{-6} TL^{3.3968}$ ($R^2 = 0.9818$) and the relationship between TL and BW for female and male individuals had no significant differences (ANCOVA, $F = 1.755, P > 0.05$). (3) The ratio of female to male was 1:0.17. (4) The sexual maturity was dominating of stage II, the percentage of stages III to VI was low during December to January. Significant difference can be found for the sexual maturity among TL classes ($\chi^2 = 569.59, P < 0.05$). (5) Total length at 50% sexual maturity was 275 mm and the maturation rate was 0.0263/mm.

Key words: *Patagonotothen ramsayi*; biology characteristics; Southwestern Atlantic Ocean

Corresponding author: XU Liu-xiong. E-mail: lxxu@shou.edu.cn