

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20230412001

http://www.yykxjz.cn/

张港琛, 赵国庆, 黄洪亮, 李灵智. 塞拉利昂近海黄条鲷基础生物学特征研究. 渔业科学进展, 2024, 45(5): 109–118
ZHANG G C, ZHAO G Q, HUANG H L, LI L Z. Basic biological characteristics of *Sphyraena guachancho* in the offshore areas of Sierra Leone. Progress in Fishery Sciences, 2024, 45(5): 109–118

塞拉利昂近海黄条鲷基础生物学特征研究*

张港琛^{1,2} 赵国庆¹ 黄洪亮¹ 李灵智^{1①}

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业农村部远洋与极地渔业创新重点实验室 上海 200090;
2. 上海海洋大学海洋科学学院 上海 201306)

摘要 黄条鲷(*Sphyraena guachancho*)是塞拉利昂近海重要的经济鱼种,为全面了解其基础生物学特征,本研究根据 2019—2021 年共 6 个科学调查航次(9 月、10 月、12 月、1 月、4 月和 5 月)采样的 2 135 尾黄条鲷样品,对其体长和体质量组成及关系、性比、性腺成熟度、初次性成熟体长、摄食等级和肥满度等基础生物学特征进行了研究。结果显示,黄条鲷体长范围为 50~845 mm,优势组为 175~345 mm(占比 74.52%);体质量范围为 0.9~4 000.8 g,优势组为 25~225 g(占比 71.33%)。体长-体质量关系式为 $W=3.339\times 10^{-5}L^{2.758}$,呈负向异速生长。雌雄比例为 0.56:1,雄性明显多于雌性。性腺成熟度以 II 期和 III 期为主, V 期和 VI 期个体占比均较少。雌雄初次性成熟体长分别为 (269.982±2.340) mm、(259.846±3.397) mm。摄食等级以 0 级为主,随体长增加,空胃比例基本呈逐渐增大的趋势,繁殖个体的摄食强度较低。肥满度范围为 0.59~1.25,随体长增加,肥满度基本呈先增加后降低的趋势。统计分析结果显示,旱雨季体长、体质量分布呈现明显差异,且在旱季有较多补充群体组成,不同月份黄条鲷体长、体质量分布和体长-体质量关系具有极显著性差异($P<0.01$),体长极显著影响性腺成熟度、摄食强度($P<0.01$),不同月份性腺成熟度和摄食强度差异性不显著($P>0.05$)。本研究丰富了西非塞拉利昂沿岸海域黄条鲷生物学特征资料,可为该海域黄条鲷资源评估、开发利用和资源管理提供科学支撑。

关键词 黄条鲷;塞拉利昂;生物学特征;初次性成熟体长

中图分类号 S931 文献标识码 A 文章编号 2095-9869(2024)05-0109-10

塞拉利昂位于非洲西海岸,濒临中东大西洋,地势东高西低,河流众多。气候分旱雨两季,5—10 月为雨季,11—4 月为旱季,特点为高温、高湿度且降雨较多,全年天气较平稳,造就了较适宜的大陆架水文条件。其饵料资源丰富,是多种经济鱼、虾类索饵、栖息、产卵、洄游的良好场所,是我国最早开辟的西非渔场之一(柴秀芳等, 2006)。作为西非优良的渔场之一,其丰富的渔业资源为当地提供了超过 50%的动

物蛋白摄入量(Agnew *et al.*, 2010),为当地人们的食物安全和保障做出了较大贡献。从 1985 年开始,我国与塞拉利昂开展渔业合作,不仅丰富了两国水产品市场供给,加深了两国人民的友好往来,也为促进塞国人员就业、人民生活富裕和经济社会发展发挥了重要作用。近年来,通过合作共建“一带一路”倡议,中塞之间的贸易关系更加紧密,同时,为双方渔业发展提供了新平台,深化了两国之间的经贸关系。

* 国家重点研发计划(2022YFC2807504)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2020TD03)共同资助。张港琛, Email: ecronic6@163.com

① 通信作者: 李灵智, Email: lilz@ecsf.ac.cn

收稿日期: 2023-04-12, 收修改稿日期: 2023-05-18

黄条鲷(*Sphyraena guachancho*)为大中型洄游性肉食鱼类,主要生活在3~100 m水深,雨季和旱季有独特的季节性迁移行为,栖息于大陆架和岛屿的沿海、河口水域。世界银行数据显示,塞拉利昂在1960—2016年间,平均捕捞渔业生产量为 5.9×10^4 t,其中,黄条鲷的产量在 3×10^3 t左右,约占整个生产总量的5%。黄条鲷是一种重要的经济型鱼类,具有分布广泛、肉质极佳、价格低廉、易于捕捞等特点,为塞拉利昂最重要的渔获物之一,具有较高的经济价值。近年来,随着全球气候变化,水温升高导致传统渔场变化、鱼类繁殖受到影响、海洋生态系统被破坏(Hovel *et al.*, 2017)。塞拉利昂近岸的黄条鲷生物资源量有所下降,面临着种群繁衍、渔业资源匮乏等问题。

目前,有学者对黄条鲷的繁殖生物学(Akadjeem *et al.*, 2019)和体长-体重关系(Lima *et al.*, 2021)等开展了研究,但未对其完整的基础生物学特征展开研究。准确把握鱼类的生物学特征对于了解其在自然环境中的适应性和生态角色,帮助更好地把握其繁殖特性,提高捕捞效率,制定科学有效的渔业资源保护和管理措施均具有重要意义。本研究通过2019—2021年我国与塞拉利昂展开的近海海洋渔业资源调查所得结果,对黄条鲷体长与体质量关系、性别比例、性腺成熟度、初次性成熟体长和肥满度等生物学特征进行研究,研究结果可为进一步开发塞拉利昂黄条鲷渔业资源提供数据支撑,并促进中塞两方渔业的合作和发展。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据来源于塞拉利昂近海底层渔业资源调查,调查海域范围为 $6^{\circ}52' \sim 8^{\circ}53' N$ 、 $11^{\circ}37' \sim 13^{\circ}45' W$,调查站点如图1所示。共开展6个航次现场调查,调查时间分别为2019年9月和10月,2020年12月,2021年1、4和5月,覆盖了当地主要特征季节(雨季、旱季和季节转换期)。调查网具为单船有袖单囊拖网,网具主尺度为 $144.00 \text{ m} \times 90.13 \text{ m}$,下纲为 50.04 m ,网囊网目为 20 mm 。每个站位有效拖网次数不少于1次,有效拖曳时间不少于1 h(下纲贴底至曳纲绞收之间的时间间隔),拖曳速度为 $3 \sim 3.5 \text{ kn}$ 。

参照《海洋调查规范》进行黄条鲷基础生物学数据采集,观测参数包括体长(L)、体重(W)、性别(S)、性腺成熟度、摄食强度(F),体长精确到 1 mm ,体重精确到 0.1 g ,性腺成熟度和摄食强度根据GB/T 12763.6-2007《海洋调查规范》第6部分:海洋生物调查中的目测法进行观测。每个站位观测样品数量不

少于30尾,样品数量少于30尾时全部测量,6航次共测量样品2135尾(表1)。

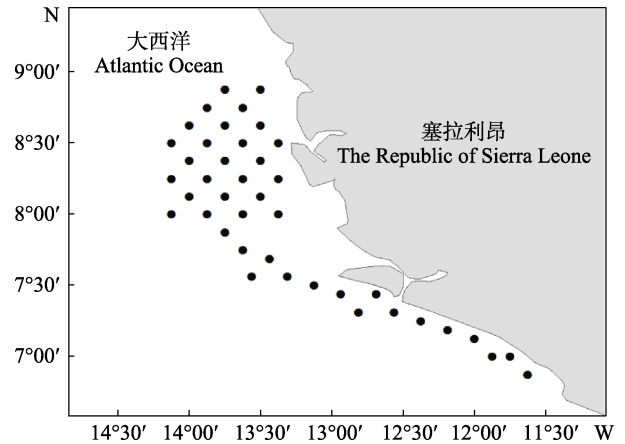


图1 调查站点

Fig.1 The survey stations

表1 黄条鲷采样信息

Tab.1 Sample of *Sphyraena guachancho*

日期 Date	季节 Season	采样尾数 Number
2019-09	雨季 Rainy season	36
2019-10	雨季 Rainy season	58
2020-12	旱季 Dry season	264
2021-01	旱季 Dry season	231
2021-04	旱季 Dry season	685
2021-05	雨季 Rainy season	861

1.2 数据处理

1.2.1 体长和体质量频率分布 用频率分布来分析不同月份航次体长、体质量分布状况,体长频率组距为 10 mm ,体质量组距为 50.0 g 。采用非参数检验方法对不同月份航次体长、体质量分布进行分析。

1.2.2 体长-体质量关系 本研究利用幂函数来拟合黄条鲷的体长-体质量关系,其公式可表示为:

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

式中, W 为体重(g), L 为体长(mm); a 、 b 为常数,分别代表生长条件因子和异速生长因子。 b 值通常在 $2.5 \sim 4.0$ 之间,如果鱼类等速生长,则 $b=3$ 或接近3; $b>3$ 和 $b<3$ 分别代表正异速生长和负异速生长(Erguden *et al.*, 2009; Radhi *et al.*, 2018)。同时,利用偏相关分析检验性别对体长-体重关系的影响。

1.2.3 性别比例、性腺成熟度和初次性成熟体长

应用雌雄频率分布和性腺成熟度频率分布数据,分析不同月份航次、体长组之间的性别比例和性腺成熟度差异。使用Logistic方程估算黄条鲷的初次性成熟体长(Velde *et al.*, 2010; Vila *et al.*, 2010),公式如下:

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp[-c(L_i - L_{50})]} \quad (2)$$

式中, P_i 为黄条鲷成熟个体占组内样本比例, L_i 为各体长组上限(mm), L_{50} 为初次性成熟体长(mm), c 为模型参数。

1.2.4 摄食等级和肥满度 统计分析各月份航次中黄条鲷的摄食等级, 利用多因变量方差检验检验体长与摄食等级的显著性关系。采用 Fulton 状态指数计算黄条鲷个体的肥满度及平均肥满度, 肥满度计算公式:

$$K = \frac{W \times 100}{L^3} \quad (3)$$

式中, K 为肥满度系数, W 为体质量(g), L 为体长(cm)。采用偏相关分析验证体长与肥满度的差异显著性。

2 结果

2.1 体长、体质量组成

本研究共测定 2 135 尾黄条鲷样品, 体长范围为 50~845 mm, 平均体长为(259.50±1.73) mm, 总体呈单峰分布, 优势体长组为 175~345 mm, 占比 74.52%;

不同月的体长组分布各有差异, 4 月和 5 月体长组分布趋势相似, 均具明显双峰, 其他月份基本呈单峰分布。

体质量范围为 0.9~4 000.8 g, 平均体质量为(187.11±3.64) g。优势体质量组 25~225 g, 占比 71.33%; 10 月、12 月和 1 月航次体质量组占比先增加后降低, 其他月份均逐渐下降(图 2)。

不同月份的体长和体质量分布有一定差异性, 体质量差异性强于体长。9 月的体长和体质量分布差异性均最强; 平均体长为(259.50±1.73) mm, 平均体质量为(187.11±3.64) g; 体长和体质量均值的最高值和最低值发生在相同月, 分别为 9 月[(341.78±19.48) mm] 和 4 月[(235.04±3.02) mm] (图 3)。

K-S 检验显示, 渐进显著性 $P < 0.01$, 体长、体质量不符合正态分布, 因此, 使用非参数检验方法检验性别、月份和季节是否显著影响黄条鲷的体长、体质量。Mann-Whitney U 检验显示, 雌雄群体的体长和体质量分布有极显著差异($P < 0.01$)。K-W 检验显示, 不同月份的体长和体质量分布有极显著差异($P < 0.01$), 不同季节的体长和体质量分布也具有极显著性差异($P < 0.01$)。

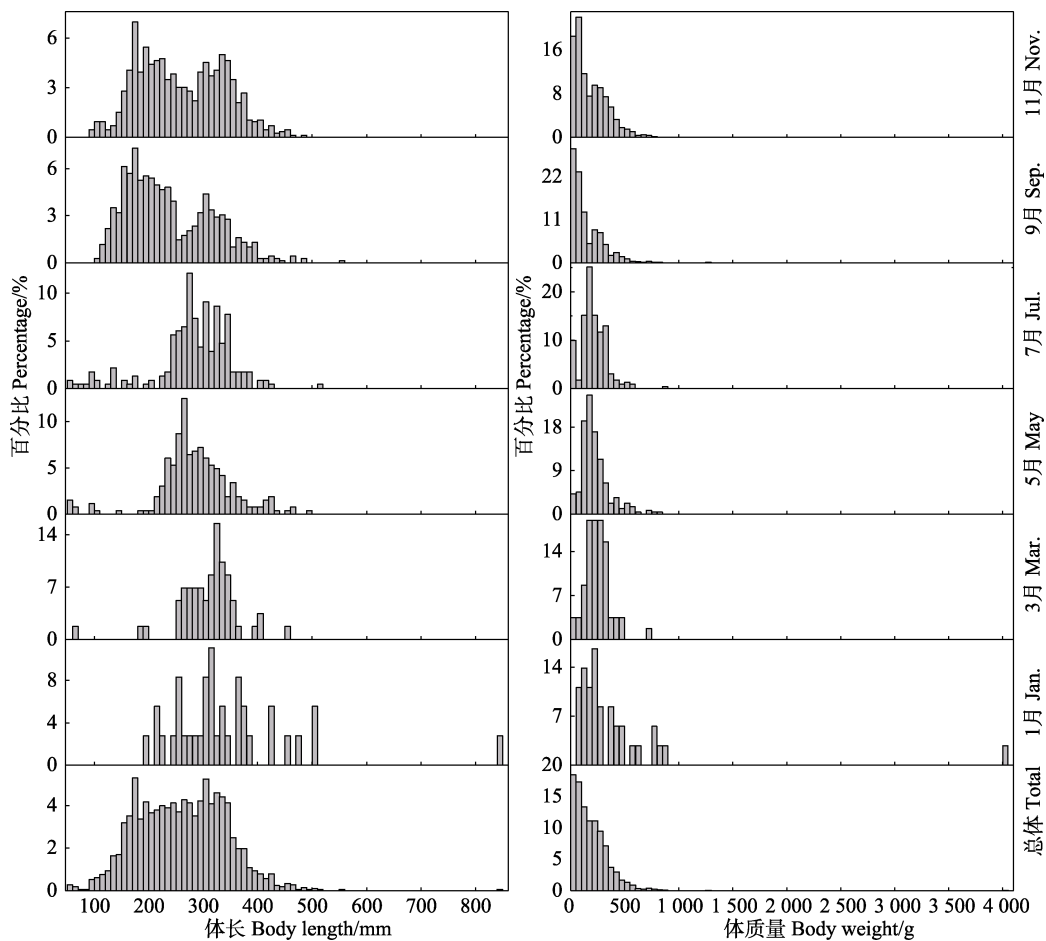


图 2 黄条鲷体长、体质量组成分布

Fig.2 Distribution of body length and weight of *S. guachancho*

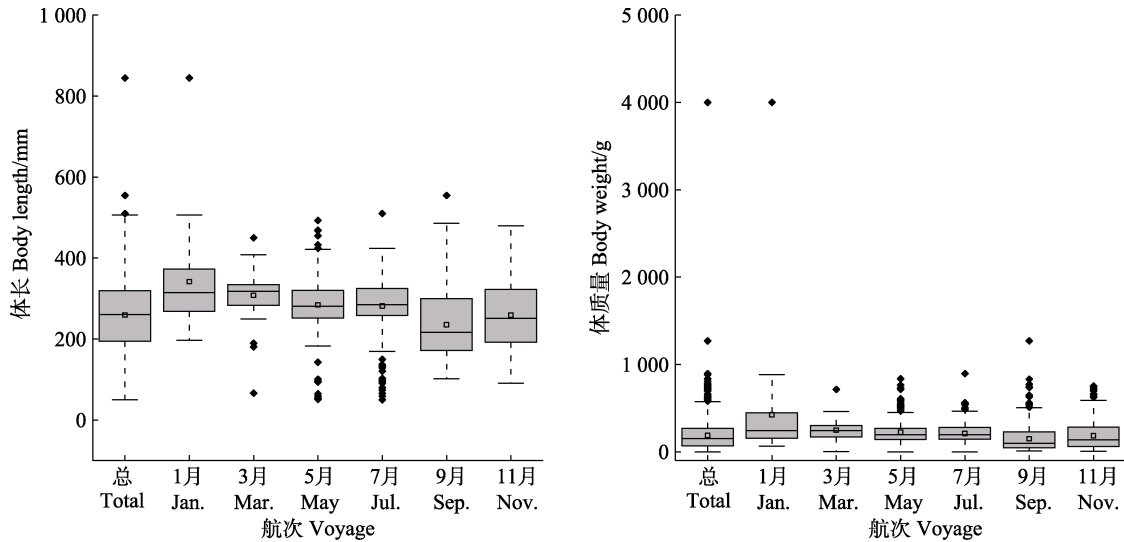


图3 黄条鲈不同月份体长、体质量分布箱型图

Fig.3 The boxplot for changes in body length and weight distribution of *S. guachancho* by months

2.2 体长-体质量关系

采用幂指数回归对黄条鲈体长和体质量进行拟合, 关系式为 $W=3.339 \times 10^{-5} L^{2.758}$ ($R^2=0.987, n=2\ 135$) (图4)。

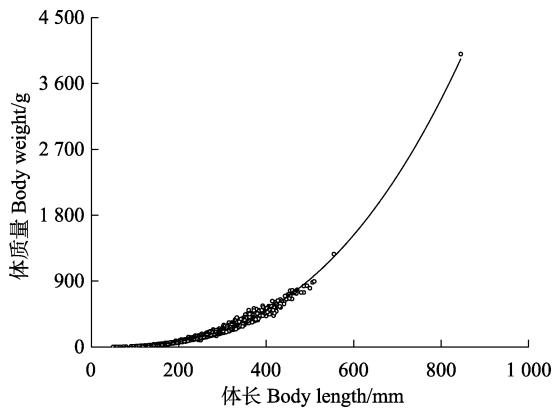


图4 黄条鲈体长-体质量关系

Fig.4 Body length-weight relationship of *S. guachancho*

对不同月份的黄条鲈体长-体质量关系进行分析, 方程参数和拟合曲线分别如表2和图5所示。 a 值范围为 1.32×10^{-5} (10月)~ 7.56×10^{-5} (12月), b 值范

围为 2.62 (12月)~2.91 (10月)。所有月份的 b 值均小于 3, 表明黄条鲈呈异速生长的趋势。各月份体长-体质量关系拟合曲线多有重合, 表明各月份黄条鲈生长特性类似。偏相关分析显示, 性别和月份均显著影响体长-体质量关系 ($P<0.01$)。

2.3 性比与性成熟度

本研究共鉴定 1 684 尾黄条鲈的性别和性腺成熟度, 其中, 雌性 548 尾, 雄性 970 尾, 幼体 166 尾, 雌雄比例为 0.56 : 1。随体长增加, 雌雄比先减小后增大, 当体长 > 470 mm 时, 雌性占比为 100% (图6)。

总体上, 性腺成熟度以 II 期和 III 期为主, V 期和 VI 期个体均较少; 除 1 月航次中性腺成熟度以 III 期占比最高外, 其他月份航次的成熟度占比最高值均出现在 II 期 (图7)。随体长增大, 达到性成熟的个体 (III、IV、V 和 VI 期) 随之增加, 当体长达到 170 mm 时, 开始出现性成熟个体 (III 期个体出现) (图8)。偏相关分析显示, 体长显著影响性腺成熟度 ($P<0.01$), 在体长一定情况下, 月份与性腺成熟度不存在显著线性相关关系 ($P>0.05$)。

表2 黄条鲈体长-体质量幂函数参数

Tab.2 Body length-weight relationship parameters and conditions factors of *S. guachancho*

月份 Month	数量 Number	a	b	R^2
9月 Sept.	36	$(2.386 \pm 0.346) \times 10^{-5}$	2.810 ± 0.021	0.997
10月 Oct.	58	$(1.324 \pm 0.528) \times 10^{-5}$	2.908 ± 0.065	0.967
12月 Dec.	264	$(7.563 \pm 0.992) \times 10^{-5}$	2.618 ± 0.022	0.979
1月 Jan.	231	$(4.000 \pm 0.556) \times 10^{-5}$	2.722 ± 0.023	0.983
4月 Apr.	685	$(4.335 \pm 0.321) \times 10^{-5}$	2.714 ± 0.012	0.987
5月 May	861	$(3.746 \pm 0.335) \times 10^{-5}$	2.739 ± 0.015	0.981
总体 Total	2 135	$(3.339 \pm 0.095) \times 10^{-5}$	2.758 ± 0.005	0.987

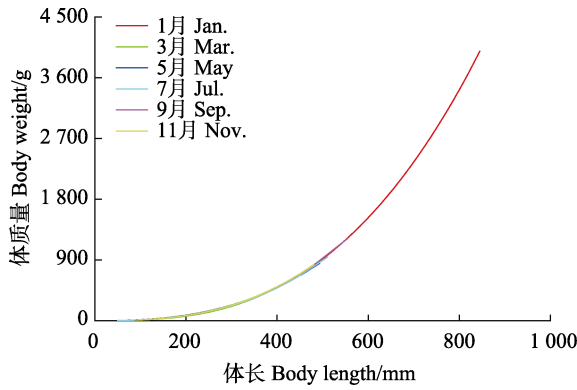


图 5 黄条鲷各月份体长-体质量关系
Fig.5 Body length-weight relationship of *S. guachancho* by months

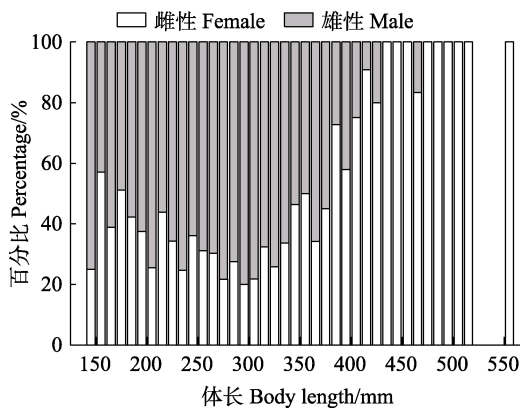


图 6 黄条鲷性比与体长的关系
Fig.6 Relationship between sex ratio and body length of *S. guachancho*

2.4 初次性成熟体长

根据不同体长黄条鲷性成熟个体的百分比拟合黄条鲷逻辑斯蒂曲线(图 8), 结果表明, 黄条鲷雌性、雄性个体开始成体长分别为(269.982±2.340) mm、(259.846±3.397) mm (图 9), 方程分别为:

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp[-0.039(L_i - 269.982)]} \quad (R^2=0.979, P<0.05),$$

$$P_i = \frac{1}{1 + \exp[-0.027(L_i - 259.846)]} \quad (R^2=0.962, P<0.05)$$

2.5 摄食等级

本研究共鉴别 1 712 尾黄条鲷的摄食等级。总体上, 摄食等级以 0 级为主, 占比 48.51%, 从 0~4 级的个体占比逐渐降低, 最低值为 12.12%; 各月份航次中, 占比最高的摄食等级均为 0 级; 10 月、12 月和 4 月航次从 0~4 级的个体所占比例逐渐下降(图 10)。各体长组内, 0 级占比基本上呈先增加后降低的趋势, 3 级占比基本上呈先降低后增加的趋势, 且当体长 >510 mm 时全为 4 级个体(图 11)。偏相关分析显示,

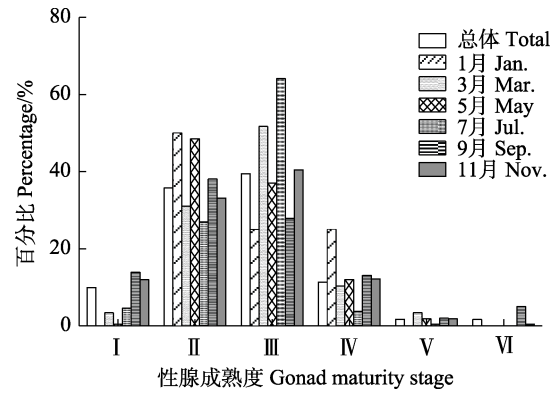


图 7 黄条鲷各月份性腺成熟度组成
Fig.7 Gonadal maturity of *S. guachancho* by months

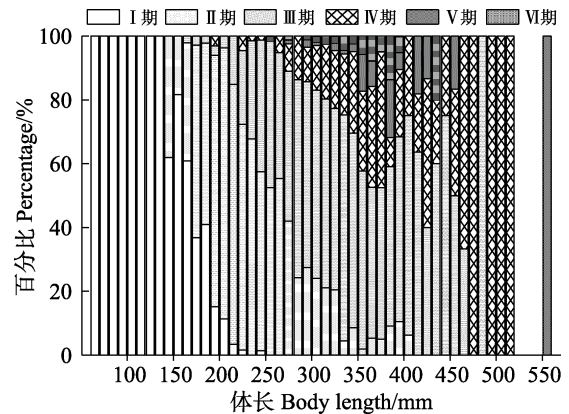


图 8 黄条鲷不同体长组的成熟度百分比组成
Fig.8 Percentage of maturity in different body lengths of *S. guachancho*

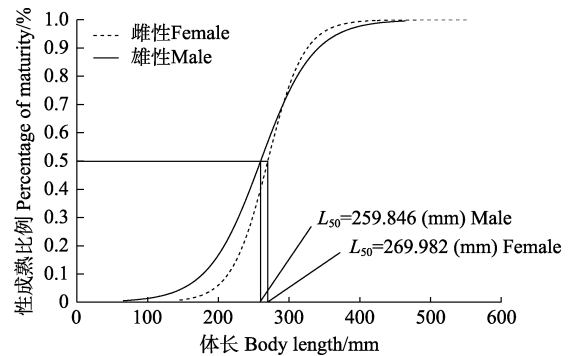


图 9 黄条鲷初次性成熟体长
Fig.9 Body length at the first maturity of *S. guachancho*

体长显著影响黄条鲷摄食强度($P<0.01$), 月份对其影响不显著($P>0.05$)。在 I 至 IV 性腺成熟度中, 0 级和 4 级所占比例逐渐增加, 2 级和 3 级所占比例逐渐下降, 1 级所占比例呈较稳定状态(图 12)。偏相关分析显示, 性腺成熟度显著影响摄食等级水平($P<0.01$)。

2.6 肥满度

本研究中, 肥满度范围为 0.59~1.25, 随体长增加, 基本上呈先增加后降低的趋势; 各月份肥满度除

9月和10月航次外,随体长的变化趋势基本与总体变化趋势一致,9月和10月航次捕获样品数量较少,肥满度波动幅度较大,但基本呈波动降低的趋势(图13)。不同月份肥满度具有一定差异性,总体上肥满度均值为 0.86 ± 0.02 ; 各月份平均肥满度最高值和最低值分别出现在10月 (0.78 ± 0.07) 和1月 (0.89 ± 0.09) (图14)。偏相关分析显示,体长显著影响肥满度水平 ($P < 0.05$), 月份对其影响不显著 ($P > 0.05$)。

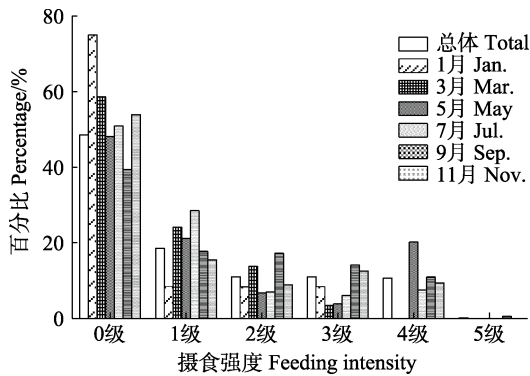


图10 黄条鲈各月份摄食等级组成
Fig.10 Feeding intensity of *S. guachancho* by months

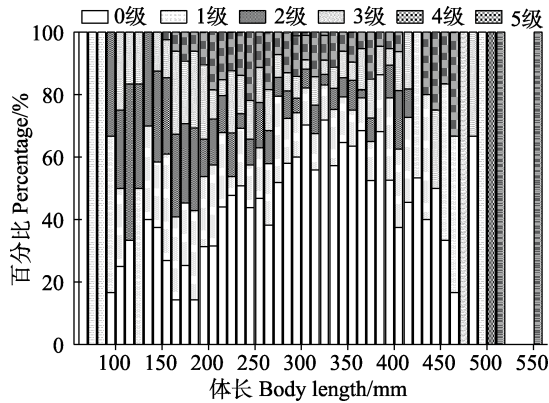


图11 黄条鲈不同体长组的摄食强度百分比组成
Fig.11 Percentage of feeding intensity in different body lengths of *S. guachancho*

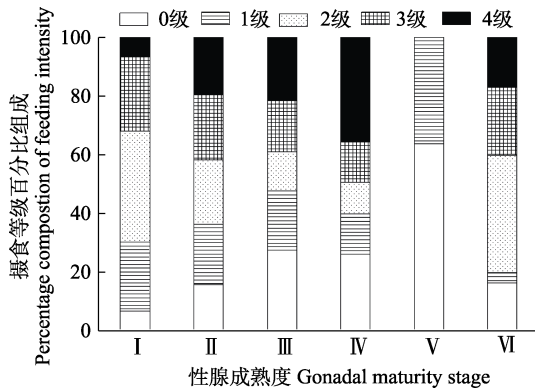


图12 黄条鲈不同性腺成熟度的摄食强度百分比组成
Fig.12 Percentage of feeding intensity in different gonadal maturity of *S. guachancho*

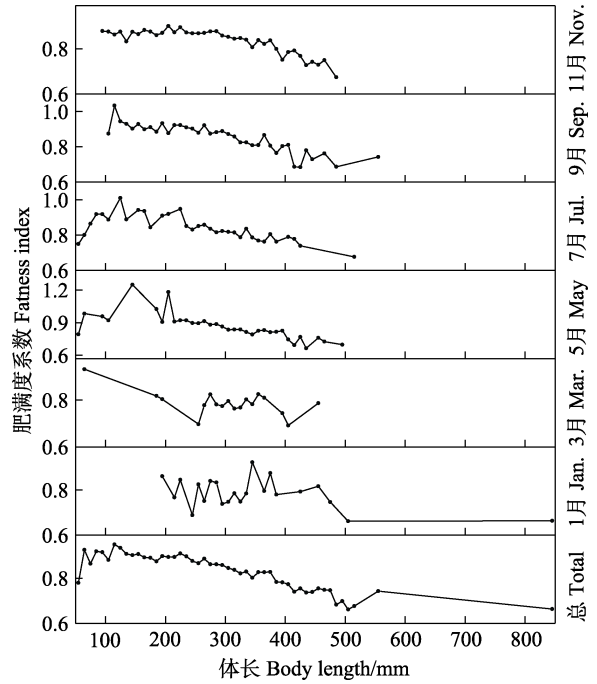


图13 黄条鲈肥满度与体长的关系
Fig.13 Relationship between body length with fatness index of *S. guachancho*

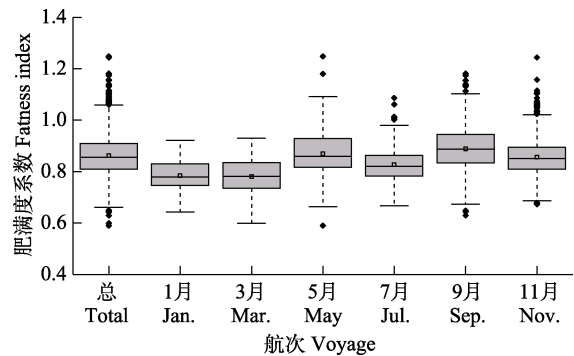


图14 黄条鲈各月份肥满度系数变化
Fig.14 Changes in fatness index of *S. guachancho* by months

3 讨论

3.1 体长-体质量关系

体长-体质量关系是研究鱼类生物学特征的重要内容,探讨体长-体质量的关系以及相关系数,对于鱼类生物学基础研究、鱼类生长的表达和发展渔业生产具有重要意义。另外,对比不同地区同一种鱼的生长状况,还可以用来侧面分析不同地区营养状况,如食物、温度以及种内和种间关系的差异(Erguden *et al*, 2009)。一般用 $W=aL^b$ 来表示鱼类体长-体质量关系,其中, b 为异速生长因子,通常在 2.5~4.0 之间,如果鱼的体长、体高和体宽为等速生长,比重不变,则 $b=3$,或接近于 3,

若为异速生长, $b < 3$ 或 $b > 3$ (Froese *et al.*, 2006)。

体长-体质量关系受多种因素影响, 诸如季节、种群、环境条件的年差异等(Sánchez *et al.*, 2011)。本研究中, 黄条鲉体长-体质量关系中 b 值(2.76)小于 3, 呈负异速性生长, 雨季的 b 值(2.82)大于旱季(2.68) (表 3), 与 Sánchez 等(2011)对阿尔瓦拉多地区 160 条黄条鲉的研究结果一致, Feng 等(2022)研究表明, 塞

拉利昂雨季的水温和盐度均低于旱季, 这表明黄条鲉可能在雨季发育趋于缓慢。Marcello 等(2014)研究表明, 外界环境因素会影响鱼类的产卵、繁殖和摄食活动。本研究结果表明, 雨季黄条鲉体长、体质量均大于旱季, 表明雨季的环境更适合黄条鲉的生长, 且在旱季(12 月和 1 月)种群结构组成中有较多的补充群体(体长 40~200 mm)。

表 3 不同季节黄条鲉体长、体质量
Tab.3 Body length and weight of *S. guachancho* in different seasons

季节 Season	数量 Quantity	体长 Body length/mm	体重 Body weight/g	b	R^2
雨季 Rainy season	955	264.87±81.27	197.76±195.02	2.819±0.032	0.982
旱季 Dry season	1 183	255.16±78.72	178.50±141.78	2.684±0.019	0.982

3.2 性比及性腺成熟度组成

性比是用来描述鱼群内雌雄组成状况, 能够表现出种群内性别优势特点, 了解鱼类繁殖情况及种群评估的重要信息(Agbugui, 2013; Morgan, 2008)。在渔业资源评估中, 性比往往被用来衡量鱼类种群群体的繁殖力, 估算繁殖群体生物量(李建生等, 2015)。本次调查中, 塞拉利昂黄条鲉雌雄比例为 0.56 : 1, 与性比 1 : 1 差异显著, 在 Sánchez 等(2011)的调查中, 所得的样本雌雄比为 1.3 : 1, 也与性比 1 : 1 差异显著。据了解, 鱼类的雌雄比受到多种因素诸如个体大小、海域、年份、季节等因素制约。黄条鲉的性比出现较大差异可能是由于不同海域各自不同环境条件所致。另外, 本研究发现, 随着黄条鲉体长的增加, 雄性比例呈先减小后增加的趋势, 当体长超过 470 mm 时, 全部为雌性个体, 这种大个体群体中雌性显著多于雄性的现象在鱼类生物学中较为普遍, 其他鱼种诸如中国东海的日本鲭(*Scomber japonicus*)(李建生等, 2015)、东黄海的黄鲛鲷(*Lophius litulon*)(张学健等, 2011)和黄渤海的蓝点马鲛(*Scomberomorus nipponius*)(邱盛尧等, 1996)也符合这个规律。但目前并不了解这种现象由何种原因所致, 后续需要深入探讨。

Akadjecm 等(2019)对西非科特迪瓦沿海黄条鲉繁殖生物学进行了研究, 发现性成熟个体全年各个月份内所占比例均超过 50%, 但在低冷季节(即雨季)其性成熟比例达到 100%, 因此, 推测其繁殖旺季即为当地的雨季。本研究中, 各个季节均有个体达到性成熟, 但并未发现某一月份性成熟个体所占比例明显增大, 因此无法确定其繁殖季节, 或者塞拉利昂沿海的黄条鲉在各个季节均存在繁殖活动, 这也是后续需要继续关注的问题。雌雄个体初次性成熟体长分别为

(269.982±2.340) mm、(259.846±3.397) mm; 偏相关分析显示, 体长显著影响性腺成熟度($P < 0.01$), 在体长一定的情况下, 不同月份与性腺成熟度不存在显著线性相关关系($P > 0.05$)。由于所用黄条鲉样品来源于西非塞拉利昂沿岸海域底拖网渔业资源调查, 因此, 产生差异的原因可能与海流、海水温度和盐度等渔场外环境因子有关, 也可能与种群个体内在的差异有关, 具体的详情还有待研究。

3.3 摄食等级与肥满度

鱼类摄食生态中, 摄食强度随体长的增加存在多种关系: 正相关、负相关或无显著差异。黑尾鲷(*Serranus atricauda*)(Morato *et al.*, 2000)、大比目鱼(*Reinhardtius hippoglossoides*)(Hovde *et al.*, 2002)的摄食强度随体长增加而增强, 条斑副绯鲤(*Parupeneus barberinus*)的摄食强度随体长增加而减小(Lukoschek *et al.*, 2001), 高眼鲷(*Cleisthenes herzensteini*)的体长变化(51~370 mm)对其摄食强度影响不显著(张波, 2007)。而本研究中摄食等级以 0 级为主, 随体长增加, 空胃比例基本呈逐渐增大趋势, 表明其摄食频率较低, 这种现象与黄鲛鲷(Crozier, 1985)类似。塞拉利昂属热带季风气候, 高温多雨, 分旱季(11 月至翌年 4 月)和雨季(5—10 月), 年平均气温 26.5 °C, 海表温度变化小于 4 °C, 盐度变化小于 1 (柴秀芳等, 2009), 该海域季节变化不明显, 因此, 虽然体长显著影响其摄食强度, 但月份对摄食强度并无显著影响。鱼类的摄食强度往往与性腺成熟度关系密切, 在繁殖期其摄食强度明显降低(Schreck *et al.*, 2010)。本研究表明, 在性腺未完全成熟之前, 4 级摄食等级个体随着性腺发育其占比逐渐增加, 而繁殖个体的摄食等级只有 0 级和 1 级, 表明鱼类在产卵过程中摄食强度低。

基于体长相同的情况下,体质量与个体健康状况呈正相关的假设,肥满度是表征鱼类肥瘦程度和健康状况的指标,可用来分析鱼类生长速度、成活率和总体增重程度,同时,可用来间接评价生活环境状况(Jones *et al.*, 1999)。本研究中黄条鲈发育缓慢,并不能良好育肥($K < 1.2$),并且随着体长的增加, K 值不断减小,表明个体大小是制约其生长发育的重要因素。

参 考 文 献

- AGBUGUI M O. The sex ratio, gonadosomatic index, stages of gonadal development and fecundity of the grunt, *Pomadasys jubelini* (Cuvier, 1830) in the New Calabar-Bonny River. Report and Opinion, 2013, 5(11): 31–37
- AGNEW D J, WALMSLEY S F, LEOTTE F, *et al.* MRAG: Estimation of the cost of illegal fishing in West Africa. World Bank West Africa Regional Fisheries Project ZO0906–IUU West Africa, 2010
- AKADJECM A, AMON Y N, N'DA K, *et al.* Reproductive biology of barracuda, *Sphyraena guachancho*, on Ivorian coasts (Eastern Central Atlantic). *Vie Milieu*, 2019, 69(2/3): 177–185
- CHAI X F, SHI J G, TANG Z M, *et al.* The current situation and development suggestions of marine fisheries in Sierra Leone. *Modern Fishery Information*, 2006, 21(4): 21–23, 36 [柴秀芳, 石建高, 汤振明. 塞拉利昂的海洋渔业现状及发展建议. *现代渔业信息*, 2006, 21(4): 21–23, 36]
- CROZIER W W. Observation on the food and feeding of the anglerfish, *Lophius piscatorius*, in the northern Irish Sea. *Journal of Fish Biology*, 1985, 27: 655–665
- DE GIOSA M, CZERNIEJEWSKI P, RYBCZYK A. Seasonal changes in condition factor and weight-length relationship of invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Leszczynskie Lakeland, Poland. *Advances in Zoology*, 2014
- ERGUDEN D, TURAN C, GURLEK M. Weight-length relationships for 20 lessepsian fish species caught by bottom trawl on the coast of Iskenderun Bay (Ne Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 2009, 25(1): 133–135
- FENG C L, HUANG H L, QU T C, *et al.* Temporal and spatial patterns of demersal fish assemblages in the coastal water of Sierra Leone. *Regional Studies in Marine Science*, 2022, 56: 102674
- FROESE R. Cube law, condition factor and length-weight relationships history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 2006, 22: 241–253
- GOMIERO L M, BRAGA F M S. The condition factor of fishes from two river basins in Sao Paulo State, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum*, 2005, 27: 73–78
- HOVDE S C, ALBERT O T, NILSSEN E M. Spational, seasonal and ontogenetic variation in diet of Northeast Arctic Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). *Journal of Marine Science*, 2002, 59(2): 421–437
- HOVEL R A, CARLSON S M, QUINN T P. Climate change alters the reproductive phenology and investment of a lacustrine fish, the three spine stickleback. *Global Change Biology*, 2017, 23(6): 2308–2320
- JONES R E, PETRELL R J, PAULY D. Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering*, 1999, 20(4): 261–276
- LI J S, YAN L P, HU F, *et al.* The reproductive biology of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in Wen-Tai fishing ground. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2015, 22(1): 99–105 [李建生, 严利平, 胡芬, 等. 温台渔场日本鲭的繁殖生物学特征. *中国水产科学*, 2015, 22(1): 99–105]
- LIMA J S, DA COSTA I D, ZALMON I R. Length-weight relationship of fish species captured around an artificial offshore reef (Northern Rio de Janeiro, Brazil). *Applied Ichthyology*, 2021, 37(2): 337–341
- LUKOSCHEK V, MCCORMICK M I. Ontogeny of diet changes in a tropical benthic carnivorous fish, *Parupeneus barberinus* (Mullidae): Relationship between foraging behavior, habitat use, jaw size, and prey selection. *Marine Biology*, 2001, 138(6): 1099–1113
- MORATO T, SANTOS R S, ANDRADE J P. Feeding habits, seasonal and ontogenetic diet shift of black comber, *Serranus atricauda* (Pisces: Serranidae), from the Azorees, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 2000, 49(1): 51–59
- MORGAN M J. Integrating reproductive biology into scientific advice for fisheries management. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 2008, 41: 37–51
- QIU S Y, YE M Z. Study on the reproductive biology of *Scomberomorus niphonius* in the Yellow Sea and Bohai Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 27(5): 463–470, T001 [邱盛尧, 叶懋中. 黄渤海蓝点马鲛繁殖生物学的研究. *海洋与湖沼*, 1996, 27(5): 463–470, T001]
- RADHI A M, FAZLINDA M N, AMAL M, *et al.* A review of length-weight relationships of freshwater fishes in Malaysia. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 2018, 20(1): 55–68
- SÁNCHEZ C B, LÓPEZ J F, ESCORCIA H B. Análisis de la relación peso-longitud, alimentación y maduración gonádica de *Sphyraena guachancho* Cuvier, 1829 (Sphyraenidae) en Playa Barrancas, Municipio de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología*, 2011(22): 23–32
- SCHRECK C B. Stress and fish reproduction: The roles of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology*, 2010, 165(3): 549–556
- VELDE T D, GRIFFITHS S P, FRY G C. Reproductive biology of the commercially and recreationally important cobia *Rachycentron canadum* in northeastern Australia. *Fisheries Science*, 2010, 76(1): 33–43

VILA Y, SILVA L, TORRES M A, *et al.* Fishery, distribution pattern and biological aspects of the common European squid *Loligo vulgaris* in the Gulf of Cadiz. *Fisheries Research*, 2010, 106(2): 222–228

ZHANG B. Diet composition and ontogenetic variation in feeding habits of *Cleithenes herzensteini* in central Yellow Sea. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007(8):

1849–1854 [张波. 黄海中部高眼鲷的摄食及随体长的变化. *应用生态学报*, 2007(8): 1849–1854]

ZHANG X J, CHENG J H, SHEN W, *et al.* Reproductive biology of yellow goosefish *Lophius litulon*. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2011, 18(2): 290–298 [张学健, 程家骅, 沈伟, 等. 黄鳎繁殖生物学研究. *中国水产科学*, 2011, 18(2): 290–298]

(编辑 冯小花)

Basic Biological Characteristics of *Sphyraena guachancho* in the Offshore Areas of Sierra Leone

ZHANG Gangchen^{1,2}, ZHAO Guoqing¹, HUANG Hongliang¹, LI Lingzhi¹①

(1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Oceanic and Polar Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Shanghai 200090, China;
2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract Sierra Leone is located on the west coast of Africa, and owing to its unique geographical location and climate, it has relatively suitable hydrological conditions on the continental shelf for providing ideal habitats and breeding grounds for many fish species. The fisheries play a crucial role in Sierra Leone's economy. *Sphyraena guachancho* is a critical economic fish and a significant protein source for coastal livestock due to its wide distribution, excellent meat quality, low price, and easy capture. This study focused on the basic biological characteristics of *S. guachancho*, providing a reference for further in-depth research and the rational development of fishery resources.

The relationship between body length and weight is an essential aspect of fisheries biology research, and obtaining the accurate and appropriate body length and weight relationship is crucial for fisheries management. It can provide information on the size and body shape of a fish, allow the estimation of the average weight of fish of a certain length in a population, indicate the health status of a fish, allow comparison of the growth status of the same fish species in different regions, and provide vital information for fish breeding research. The sex ratio provides information on the composition of males and females in a group and indicates the dominant gender. This is the basic information necessary for understanding fish reproduction and conducting a population assessment. A model for predicting the quantity and quality of food required by fish based on feed levels and satiety provides an ecological basis for rationally utilizing aquatic feed resources, improving aquaculture efficiency, and investigating fish populations.

In this study, 2,135 *S. guachancho* were sampled from six scientific expeditions (September, October, December, January, April, and May) from 2019 to 2021, and their basic biological characteristics, such as body length and weight composition, sex ratio, gonadal maturity, body length at initial sexual maturity, food intake level, and plumpness were studied. The results showed that the body length range of the *S. guachancho* was 50–845 mm with a single peak distribution. That for the advantage group was 175–345 mm, accounting for 74.52%. The weight range was 0.9–4,000.8 g, and

① Corresponding author: LI Lingzhi, Email: lilz@ecsf.ac.cn

that for the advantage group was 25–225 g, accounting for 71.33%. The relationship between the body length and weight was $W=3.339\times 10^{-5}L^{2.758}$, indicating negative allometry growth. The male-to-female ratio was 0.56:1, which is significantly different from 1:1. The maturation of the gonads was mainly in stages II and III, with a relatively small proportion of individuals in stages V and VI. The body length of male and female individuals at initial sexual maturity was (269.982±2.340) mm and (259.846±3.397) mm, respectively. The feeding level was mainly level 0, and as the body length increased, the proportion of fish with an empty stomach gradually increased. The plumpness range was between 0.59 and 1.25, with an average value of 0.86±0.02. There were certain differences in fertility levels between different months. As the body length increased, the plumpness showed a trend of first increasing and then decreasing.

The statistical analysis results showed significant differences in the body length and mass distribution between male and female populations of *S. guachancho* ($P<0.01$). The body length and mass distribution in different months differed significantly ($P<0.01$). The body length and body mass distribution in different seasons also had highly significant differences ($P<0.01$). The body length significantly affected gonadal maturity ($P<0.01$). Below a certain body length, there was no significant linear correlation between the month and gonadal maturity ($P>0.05$). The body length significantly affected the feeding intensity of *S. guachancho* ($P<0.01$), whereas the month had no significant impact on this ($P>0.05$). The maturity of the gonads significantly affected the level of food intake ($P<0.01$). The body length significantly affected the level of fullness ($P<0.05$), whereas the month had no significant impact on this ($P>0.05$).

Key words *Sphyraena guachancho*; Sierra Leone; Biological characteristics; Body length at initial sexual maturity