

网箱养殖大黄鱼生长特性的研究

陈 慧^{1,2}, 林国文¹, 刘招坤², 陈 武¹, 谢友佺¹, 王兴春¹

(1. 福建省闽东水产研究所, 福建 宁德 352100; 2. 宁德市水产技术推广站, 福建 宁德 352100)

摘要: 对宁德地区网箱养殖大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)生长特性进行了研究。测定了 780 尾大黄鱼 25 个月龄的各项生长数据, 体长变幅为 20.5~320.0 mm, 体质量变动范围为 0.281~555.5 g; 生长指标显示, 体长生长指标为 0.208~2.123, 体质量生长指标为 0.529~47.579; 肥满度波动范围为 1.74%~2.37%; 肝指数变动范围为 0.92%~2.07%; 鳔生长指数为 1.08%~1.85%; 雌鱼性腺成熟系数为 0~10.04%, 而雄鱼则为 0~2.27%。以 Keys 氏公式 $W=aL^b$, 拟合 25 月龄养殖大黄鱼的体长(L)与体质量(W)的关系式为: $W=0.0195 L^{2.9775}$ ($R^2=0.9959$), 其中 $b \approx 3$, 即此生长阶段的网箱养殖大黄鱼生长均匀, 为等速生长类型; 体质量生长呈幂函数生长, 其回归方程为: $y=1.8617x^{1.8099}$ ($R^2=0.9931$)。体长 $Y(\text{cm})$ 与养殖时间 $X(\text{月龄})$ 的生长呈二次多项式关系, 其回归方程为: $y=-0.0259x^2+1.7125x+4.1534$ ($R^2=0.989$)。

关键词: 大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*); 网箱养殖; 生长特性

中图分类号: S965

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)11-0001-05

大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 隶属鲈形目 (Perciformes)、石首鱼科 (Sciaenidae)、黄鱼属 (*Pseudosciaena*), 是中国传统四大海洋经济鱼类之一。由于多年过度捕捞, 其自然资源遭受严重破坏, 形不成渔汛, 甚至濒临衰竭。为了保护和恢复大黄鱼资源, 发展大黄鱼增养殖业, 1985 年福建省科技人员率先突破了大黄鱼人工繁殖和育苗的技术难关, 1990 年达到了生产性育苗百万尾的水平, 2000 年宁德市培育出全长 3.0 cm 以上的大黄鱼苗种 12.9 亿尾, 海区网箱养殖数量多达 30 万箱, 形成了产业化的生产规模^[1,2]。国内有关野生大黄鱼的个体生殖力^[3]、季节生长^[4,5]及资源现状^[6]等方面研究均有报道, 同时现阶段已经在养殖大黄鱼的苗种培育^[7,8]、人工养殖^[9,10]、性腺发育^[11,12]、病害防治^[13,14]、饵料营养^[15]和遗传多样性^[16~18]等研究领域都取得了突破性的进展。此外, 有些研究者还报道了网箱养殖大黄鱼的形态特征和小规格大黄鱼(100g)的体质量与体长的关系^[19,20], 但在其生长特性方面未见详细报道。作者通过对网箱养殖大黄鱼生长参数 25 个月的测定, 研究了网箱养殖大黄鱼的生长特性, 以期为大黄鱼的健康养殖和可持续发展提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 样本来源

供测定的大黄鱼样本选自福建省三都湾青山海区渔排, 其苗种为 1987 年福建省闽东水产研究所等

单位全人工繁殖的闽-粤东族的官井洋种群大黄鱼的子 8 代幼鱼。2004 年 4 月 25 日, 共购得已在海区暂养了 15 d 的大黄鱼幼鱼 50 万尾。随机取样 30 尾幼鱼测量, 体长 $2.62 \text{ cm} \pm 0.314 \text{ cm}$, 体质量 $0.435 \text{ g} \pm 0.125 \text{ g}$ 。

1.2 养殖条件与养殖时间

养殖网箱规格为 4.5m×4.5m×3.0m(小网箱, 56 口)和 9.0m×9.0m×4.5m(大网箱, 20 口)2 组。鱼体质量小于 100 g 在小网箱中养殖, 体质量 100 g 以上移入大网箱中, 随着鱼体增长逐渐稀疏密度(表 1)。所用饲料皆为冰鲜冻小杂鱼(以鳀科 Engraulidae 鱼类为主), 经绞碎成鱼糜状投喂, 水质指标见表 2。养殖时间为 2004 年 4 月 25 日~2006 年 5 月 25 日, 共计 25 个月, 762 d。

1.3 测定内容

2004 年 5 月~2006 年 5 月, 每月定期取样测定样本 30 尾, 加上初始样本 30 尾, 共计测定样本数 780 尾。体长与全长等可量性状测量采用游标卡尺和量鱼板。解剖每尾样本并称质量和记录体质量、鳔质量、肝脏质量和性腺质量, 体质量测定采用电子天平

收稿日期: 2010-07-11; 修回日期: 2010-08-08

基金项目: 国家星火计划项目(2008GA720009); 福建省区域重大项目(2009N3021)

作者简介: 陈慧(1963-), 男, 福建福安人, 副研究员, 主要从事水产养殖技术研究, E-mail: chuimds@163.com

表 1 养殖密度

Tab. 1 Breeding density

鱼体质量 (g)	0.435±0.125	1.019±0.324	2.432±0.657	5.517±1.782	33.517±6.059	76.143±9.151	>137.3±12.84
养殖密度 (尾/m ³)	950 ~ 980	470 ~ 490	235 ~ 245	156 ~ 165	95 ~ 100	60 ~ 65	35 ~ 40

表 2 水质指标

Tab. 2 Water quality indexes

项目	水温(°C)	盐度	pH	DO(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	NO ₂ -N(mg/L)
指标	10.5 ~ 30.1	26.2 ~ 32.5	7.1 ~ 8.5	4.7 ~ 7.1	< 0.13	< 0.06

(上海产, AB204-N)。肝脏质量、鳔质量、性腺质量和体质量小于 100 g 的鱼体称量精度为 1 mg, 体质量大于 100 g 的鱼体称量精度为 0.1 g。

1.4 数据处理及参数计算

测定的数据和图表采用 SPSS10.0 和 Excel2003 进行处理。各指标的计算公式如下^[21]:

$$\text{体长生长指标} = (\lg L_1 - \lg L_2) / 0.4343(t_1 - t_2)$$

$$\text{体质量生长指标} = (\lg W_1 - \lg W_2) / 0.4343(t_1 - t_2)$$

$$\text{肥满度} = W/L^3 \times 100\%$$

$$\text{性腺成熟系数} = \text{性腺质量} / \text{鱼体质量} \times 100\%$$

$$\text{肝脏指数} = \text{肝脏质量} / \text{鱼体质量} \times 100\%$$

$$\text{鳔指数} = \text{鳔质量} / \text{鱼体质量} \times 100\%$$

其中 L 为体长, t 为月份, W 为体质量。

2 结果

2.1 网箱养殖大黄鱼的生长特性

观察的 25 个月网箱养殖大黄鱼的各项生长指标

见表 3。其体长、体质量生长指标见图 1 和图 2, 体长生长指标为 0.208~2.123, 体质量生长指标为 0.529~47.579。图 1 表明, 随着水温上升和摄食量的增加, 幼鱼体长生长指标逐渐加速, 5 月龄最高(2.123), 发育至成鱼期后, 因水温下降和摄食量的减少, 其体长生长指标也开始下降, 24 月龄最低(0.208)。图 2 显示, 1 月龄体质量生长指标最低(0.529), 随着鱼体生长发育, 其体质量生长指标也逐渐升高, 当进入繁殖期时, 体质量生长明显加快, 18 月龄最高(47.579)。图 3 中的肥满度系数则显示, 网箱养殖大黄鱼一年四季的肥满度较为平稳, 波动范围为 1.74%~2.37%, 0 月龄稚幼鱼因摄食蛋白质含量高的鳗粉配合饲料, 肥满度最高(2.37%), 1 月龄投喂冰鲜小杂鱼后, 其肥满度开始下降, 3 月龄最低(1.74%); 而肝指数的变化范围则为 0.92%~2.07%, 3 月龄最低(0.92%), 8 月龄最高(2.07%)。鳔生长指数范围是 1.08%~1.85%(图 4), 1 月龄最低(1.08%), 6 月龄最高(1.85%)。由图 5 可以看出, 雌鱼性腺成熟系数为

表 3 网箱养殖大黄鱼生长指标

Tab. 3 The growth indexes of *Pseudosciaena crocea* cultured in cage

年-月-日	水温 (°C)	体长 (cm)	体质量 (g)	年-月-日	水温 (°C)	体长 (cm)	体质量 (g)
2004-04-25	15.6	2.62±0.314	0.435±0.125	2005-05-26	19.6	20.86±1.188	177.61±31.854
2004-05-25	21.4	4.36±0.544	1.555±0.624	2005-06-25	24.2	22.67±0.938	219.03±29.556
2004-06-24	25.6	6.86±0.839	5.762±1.823	2005-07-24	27.5	23.47±0.774	243.64±23.262
2004-07-24	27.1	8.88±0.732	12.219±4.038	2005-08-25	29.1	24.20±0.936	269.96±37.153
2004-08-25	28.6	10.85±0.827	23.334±6.120	2005-09-24	29.8	25.79±0.974	315.80±33.277
2004-09-24	30.1	13.19±0.851	41.946±7.423	2005-10-25	26.2	26.68±1.073	367.15±47.150
2004-10-25	24.9	15.14±1.011	63.286±13.847	2005-11-25	23.1	27.52±1.055	408.66±53.332
2004-11-24	22.8	16.29±1.005	83.239±15.405	2005-12-25	18.5	28.69±0.795	450.22±87.869
2004-12-25	19.5	17.25±0.828	95.139±15.432	2006-01-24	14.3	29.53±0.827	471.46±84.686
2005-01-25	15.2	17.82±1.022	105.29±20.169	2006-02-24	11.8	29.57±1.025	481.76±93.264
2005-02-25	12.2	18.29±0.887	115.19±18.376	2006-03-27	13.4	30.01±0.832	496.98±74.054
2005-03-27	10.5	19.05±0.943	130.96±22.276	2006-04-26	14.2	30.22±0.774	517.90±70.111
2005-04-26	12.1	19.75±0.848	148.51±21.151	2006-05-25	18.6	30.44±0.891	543.05±66.471

0~10.04, 在 19 个月时, 达到最高; 而雄鱼的性腺成熟系数则是 0~2.27, 相对于雌鱼一直处于较低水平。

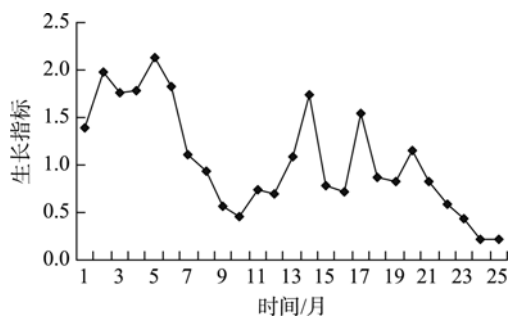


图 1 网箱养殖大黄鱼体长生长指标

Fig. 1 The length growth index curve of *P.crocea* in cage

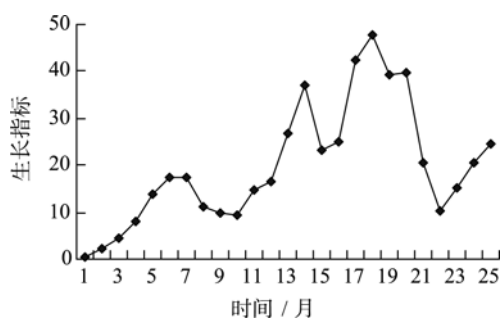


图 2 网箱养殖大黄鱼体质量生长指标

Fig.2 The weight growth index curve of *P.crocea* in cage

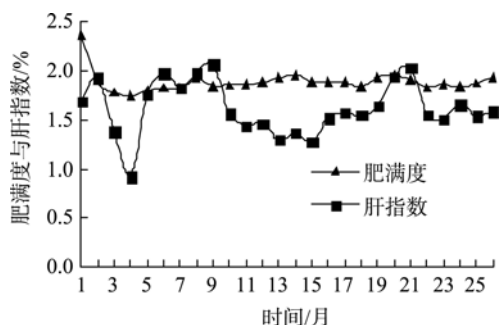


图 3 网箱养殖大黄鱼肥满度与肝指数

Fig. 3 The fatness and liver index curves of *P.crocea* in cage

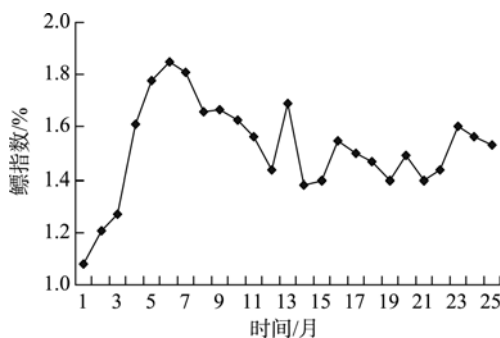


图 4 网箱养殖大黄鱼鳔指数

Fig. 4 The swim bladder weight index curve of *P.crocea* in cage

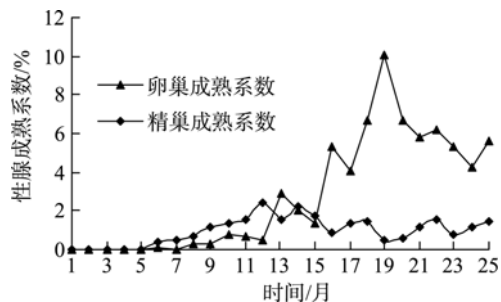


图 5 网箱养殖大黄鱼性腺成熟系数

Fig. 5 The gonadosomatic index curve of *P.crocea* in cage

2.2 大黄鱼的生长型式

所测定 780 尾养殖大黄鱼的全长 31.6 ~ 370.3mm, 体长变幅 20.5 ~ 320.0mm, 体质量变动范围 0.281 ~ 555.5g。以 Keys 氏公式 $W=aL^b$, 拟合 25 月龄养殖大黄鱼的体长 $L(\text{cm})$ 与体质量 $W(\text{g})$ 的关系式为: $W=0.0195 L^{2.9775}$ ($R^2=0.9959$), 其中 $b=3$, 即此生长阶段的网箱养殖大黄鱼生长均匀, 为等速生长类型(图 6)。体质量生长呈幂函数生长, 其回归方程为: $y=1.8617x^{1.8099}$ ($R^2=0.9931$)。体长 $Y(\text{cm})$ 与养殖时间 $X(\text{月龄})$ 的生长呈二次多项式关系, 其回归方程为: $y=-0.0259x^2+1.7125x+4.1534$ ($R^2=0.989$)(图 7、图 8)。

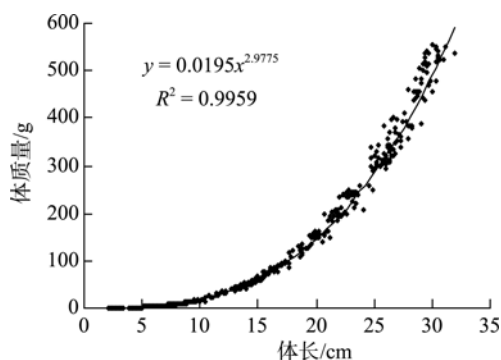


图 6 网箱养殖大黄鱼体长与体质量的关系

Fig. 6 The relationship between the length and weight of *P.crocea* in cage

3 讨论

3.1 宁德地区网箱养殖大黄鱼体征的生长特性

生长指标既可以用于生长阶段的划分, 也可以显示鱼类的生长速率^[21]。养殖大黄鱼体长生长指标显示: 5 月龄为最高(2.123), 24 月龄为最低(0.208), 体长增长明显阶段为 1~5 月龄和 13~17 月龄(即 5~9 月份)。而体质量生长指标显示, 18 月龄为最高

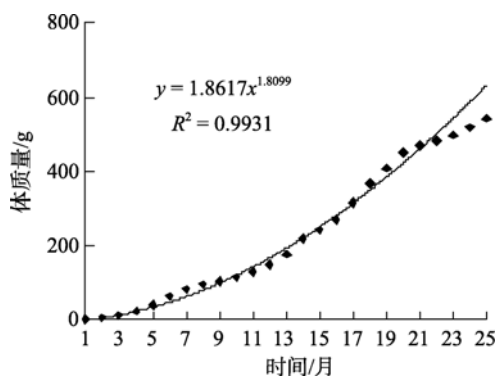


图7 网箱养殖大黄鱼体质量生长曲线
Fig. 7 The weight growth regression curve and equation of *P. crocea* in cage

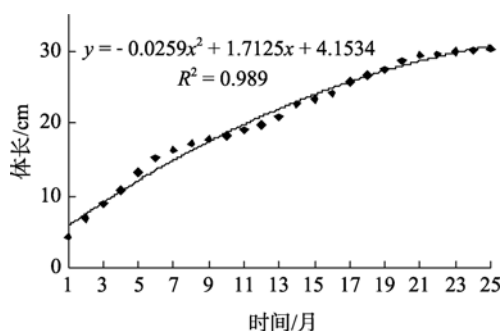


图8 网箱养殖大黄鱼体长生长曲线
Fig. 8 The length growth regression curve and equation of *P. crocea* in cage

(47.579), 1月龄为最低(0.529), 体质量显著增长阶段为 17~20 月龄。由此可见, 其体长与体质量增长是不同步的, 幼鱼期主要表现为体长增长, 成鱼期则以体质量增长为主。网箱养殖大黄鱼的肥满度的波动虽然较小, 但各个月份之间还有一定的差异, 较高肥满度一般都出现在每年的 4~5 月份和 11~12 月份, 可能是因为养殖大黄鱼在进入冬、夏季前需要储备足够的能量, 温度过高的夏季和温度过低的冬季都不是大黄鱼生长的最佳时期, 其摄食量也明显减少。毛翠凤等^[22]和王波等^[23]分别对长江口中华鲟 (*Acipenser sinensis*) 幼鱼及眼斑拟石首鱼 (*Sciaenops ocellatus*) 的生长特性研究中, 认为肥满度与生长环境、饲料丰歉及摄食量都有密切的关系。此外, 由于该养殖地区处于亚热带, 夏季温度极高, 且养殖网箱架设和分布过于集中, 在高温期间容易引起病害发生与流行。因此, 养殖户为了避免养殖鱼出现大量死亡, 一般都减少喂食或不喂食。而冬季气温较低时, 养殖大黄鱼本身的摄食量也显著减少, 这和自然界中及不同地区养殖物种的效应又有所不同。

3.2 网箱养殖大黄鱼其他性状的生长特性

肝脏是动物代谢的重要器官, 其正常发育直接影响动物的生长发育。网箱养殖大黄鱼肝指数的高值集中在 11~12 月份, 由于网箱养殖大黄鱼的活动范围狭小, 并且投喂的饲料品种单一, 因此在摄取能量的同时, 也在肝脏储存了大量的脂肪, 致使肝脏的比重在 11、12 月份有明显的提升。网箱养殖大黄鱼的性腺发育和成熟表现为雄鱼早于雌鱼, 方永强等^[12]对养殖大黄鱼性早熟问题的研究中认为, 大黄鱼雌鱼早熟率达到 50%~60%, 雄鱼为 60%。根据其性成熟系数的指标, 从本研究中可以看出, 雄鱼可能在 1 龄已经达到性成熟, 而雌鱼的性成熟接近 2 龄。与野生大黄鱼^[3]和早期养殖大黄鱼^[11]相比较, 其性成熟具有更趋于低龄化和小型化的特点, 这可能与调整生殖速度, 保证种群的繁衍有关^[11]。此外, 肝脏的生长和性腺发育也存在密切的关系, 华元渝等^[24]在对养殖型暗纹东方鲀 (*Takifugu obscurus*) 生长发育特性研究中发现, 性腺发育不良个体均伴随不同程度的肝脏脂肪变性现象。因此, 在网箱养殖的大黄鱼中挑选选育的亲鱼时, 应注意投喂饲料的品种及脂肪含量和大黄鱼的活动空间。

3.3 网箱养殖大黄鱼的生长式型

一般硬骨鱼类体质量与体长之间存在着幂函数关系: $W=aL^b$, 指数 b 值通常在 2.5~4.0, 同一种鱼生长于不同地点或成熟鱼与非成熟鱼的 b 值均有差别^[21]。江琴等^[20]对网箱养殖小个体大黄鱼 ($\leq 100g$) 的研究表明, 其体质量与体长之间存在着幂函数关系: $W=0.01340637L^{2.943902}$ ($R^2=0.990$), 其 b 值(2.943 902) 与本研究结果的 b 值(2.977 5) 有所差异, 这个差别与不同生长地点和是否成熟而得出的结论相符。同时, 其 a 值(0.013 406 37) 小于本研究结果的 a 值(0.019 5), 说明其测定样本要消瘦些, 这与实际观察结果相一致。根据网箱养殖大黄鱼体质量与体长的幂函数关系式, 养殖业者可以通过测定体长, 推算其体质量, 从而科学合理控制投喂量, 避免饵料的非必要损失和污染养殖环境, 以利于进一步提高养殖技术水平和经济、生态效益。

参考文献:

- [1] 张彩兰, 刘家富, 李雅瑾, 等. 福建省大黄鱼养殖现状分析与对策[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(1): 77-83.
- [2] Hong W S, Zhang Q Y. Review of captive bred species and fry production of marine fish in China[J]. *Aqua-*

- culture*, 2003, 227: 305-318.
- [3] 郑文莲, 徐恭昭. 福建省官井洋大黄鱼个体生殖力的研究[J]. 水产学报, 1977, 1(1-2): 1-17.
- [4] 罗秉征. 浙江近海大黄鱼的季节生长[J]. 海洋与湖沼, 1966, 8(2): 121-139.
- [5] 徐恭昭, 罗秉征, 吴鹤洲, 等. 大黄鱼生长的种内变异[J]. 海洋科学集刊, 1984, 22: 10-27.
- [6] 林新濯. 中国近海三种主要经济鱼类的生物学特性与资源现状[J]. 水产学报, 1987, 11(3): 187-193.
- [7] 苏跃中, 郑智莺, 游岚, 等. 大黄鱼人工繁殖及育苗技术的研究[J]. 现代渔业信息, 1997, 12(5): 21-27.
- [8] 刘家富. 人工育苗条件下的大黄鱼胚胎发育及其仔、稚鱼形态特征与生态习性的研究[J]. 海洋科学, 1999, 6: 61-65.
- [9] 郑岳夫, 周科勤, 李家乐. 大黄鱼的网箱养殖和越冬技术[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(2): 97-101.
- [10] 刘家富, 张艺, 郑升阳, 等. 论海水鱼网箱的健康养殖与节能减排[J]. 现代渔业信息, 2009, 24(7): 3-5, 14.
- [11] 林丹军, 张健, 骆嘉, 等. 人工养殖的大黄鱼性腺发育及性周期研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1992, 7: 81-87.
- [12] 方永强, 翁幼竹, 周晶, 等. 大黄鱼性早熟问题的研究[J]. 台湾海峡, 2000, 19(3): 354-359.
- [13] 林克冰, 周宸, 刘家富, 等. 海水网箱养殖大黄鱼病原菌研究[J]. 海洋科学, 1999, 4: 58-62.
- [14] 张庆华, 瞿小英, 郑岳夫, 等. 大黄鱼体表溃烂症病原菌的鉴定[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(3): 233-237.
- [15] Ai Q H, Mai K S, Tan B P, *et al.* Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large croaker, *Pseudosciaena crocea*[J]. *Aquaculture*, 2006, 260: 255-263.
- [16] 全成干, 王军, 丁少雄, 等. 大黄鱼养殖群体遗传多样性的同工酶[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1999, 38(4): 584-588.
- [17] 丁诗华, 黄丽英, 张海琪, 等. 大黄鱼岱衢洋选育群体和官井洋养殖群体的遗传差异分析[J]. 海洋与湖沼, 2006, 37(1): 41-46.
- [18] 黎中宝, 方秀, 陈锦, 等. 大黄鱼养殖群体遗传多样性的降低[J]. 海洋与湖沼, 2009, 40(4): 446-450.
- [19] 陈慧, 陈武, 林国文, 等. 官井洋种群网箱养殖大黄鱼的形态特征与生长式型[J]. 海洋渔业, 2007, 29(4): 331-336.
- [20] 江琴, 林武, 陈坦, 等. 网箱养殖大黄鱼体重与体长、体长与咽喉径之间的关系[J]. 台湾海峡(增刊), 2001, 20: 196-198.
- [21] 苏锦祥. 鱼类学与海水鱼类养殖(第二版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998, 271-323.
- [22] 毛翠凤, 庄平, 刘健, 等. 长江口中华鲟幼鱼的生长特性[J]. 海洋渔业, 2005, 27(3): 177-181.
- [23] 王波, 毛兴华, 季如宝, 等. 眼斑拟石首鱼生长特性的初步研究[J]. 海洋通报, 1997, 16(5): 36-42.
- [24] 华元渝, 李廷友, 邹宏海. 养殖型暗纹东方鲀生长发育特性[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 8-14.

Study on growth characters of cultured *Pseudosciaena crocea* originated from Eastern Fujian

CHEN Hui^{1, 2}, LIN Guo-wen¹, LIU Zhao-kun², CHEN Wu¹, XIE You-quan¹, WANG Xing-chun¹

(1. Mindong Fisheries Research Institute of Fujian Province, Ningde 352100, China; 2. Ningde Popularization Center of Fisheries Technique, Ningde 352100, China)

Received: Jul., 11, 2010

Key words: *Pseudosciaena crocea*; cage culture; growth characters

Abstract: The growth parameters for *Pseudosciaena crocea* of Eastern Fujian stock were measured in 780 individuals in 25 months. Range of the body length or body weight was 20.5-320.0mm or 0.281-555.5g, respectively. The variations of growth indexes for length, weight and fatness in 25 months were 0.208~2.123, 0.529~47.579, and 1.74%~2.37%, respectively. Moreover, we found that the index of liver varied from 0.92% to 2.07%, swim bladder weight 1.08% to 1.85%, and gonadosomatic 0 to 10.04% (male: 0~2.27%, female: 0~10.04%). Besides, on the aspect of growth type, we collected the 25 months data and fitted the length and weight by Keys equation ($W=aL^b$). The equation [$W=0.0195 L^{2.9775}$ ($R^2=0.9959$), $b \approx 3$] showed the growth of length fit to the constant speed type. The growth of weight of individuals was power type [$y=1.8617x^{1.8099}$ ($R^2=0.9931$)]. Regression equation of quadratic polynomial [$y=-0.0259x^2+1.7125x+4.1534$ ($R^2=0.989$)] was the relationship between the length (Y) and month (X). This study provided fundamental growth data of the cage culture *P. crocea* for healthy breeding and sustainable development.

(本文编辑: 谭雪静)