

封闭循环养殖系统中驼背鲈和斜带石斑鱼生长的研究

于赫男¹ 林小涛¹ 梁旭方² 许忠能¹ 蒙耀荣³

(1. 暨南大学水生生物研究所, 广东广州 510632; 2. 暨南大学生物工程系, 广东广州 510632; 3. 珠海市水产科学研究所, 广东珠海 519000)

摘要: 研究闭合循环水养殖条件下驼背鲈 (*Cromileptes altivelis*) 和斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 的生长特性。经 343 d 养殖, 驼背鲈幼鱼平均体质量由 24.16 g 增加到 124.4 g, 平均日生长率为 1.2%, 体质量与养殖时间的关系式为 $M = 32.674 e^{0.0048t}$, 体质量与体长的关系式为 $M = 0.0042L^{3.6184}$ 。斜带石斑鱼幼鱼体质量由 20.10 g 增加到 490 g, 平均日生长率为 6.8%, 体质量与养殖时间的关系式为 $M = 34.319e^{0.0984t}$, 体质量与体长的关系式为 $M = 0.0656L^{2.7102}$ 。

关键词: 封闭循环养殖系统 驼背鲈 (*Cromileptes altivelis*) 斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 生长特性

中图分类号 S962.9 文献标识码 A 文章编号 :1000 - 3096(2004)01 - 0001 - 04

驼背鲈 (*Cromileptes altivelis*) 和斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 都隶属科 Serranidae, 石斑鱼亚科 Epinephelinae。驼背鲈, 俗称老鼠斑, 驼背鲈属。斜带石斑鱼, 俗称青斑, 石斑鱼属。两种鱼均分布于热带、亚热带暖水海域, 经济价值甚高。由于驼背鲈养殖技术尚不成熟, 因此国内外都未开展生产性养殖, 目前只有少量有关其人工繁殖、幼鱼温度调节等方面的报道^[1,2]。斜带石斑鱼为广东省海水网箱养殖的主要品种之一。但近年来海水污染日益严重, 赤潮灾害频发, 使海水网箱养殖的发展面临严峻的局面。而陆上工厂化养殖可防止海区环境变化对养殖动物的不良影响, 同时也可减少养殖自身污染对海洋生态造成的负效应。作者采用闭合循环水养殖系统进行驼背鲈和斜带石斑鱼的养殖试验, 探索该养殖条件下驼背鲈和斜带石斑鱼的生长特性和该养殖方式的可行性, 为发展名贵水产经济鱼类陆上工厂化养殖提供科学依据。

池, 循环使用。每天循环水量相当于养殖水体的 8 倍, 由于蒸发, 阶段性补充少量海水。养殖池与净化池均布散气石, 养殖期间 24 h 连续充气。

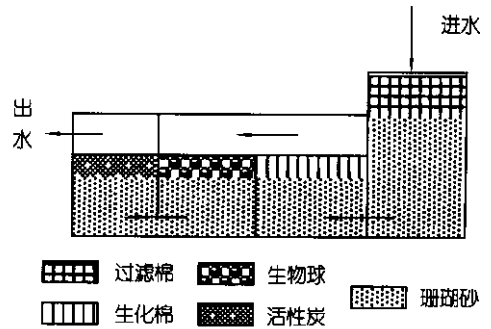


图 1 净化池的构造

Fig. 1 Structure of purifying pool

1 材料与方 法

1.1 养殖系统的结构

试验于 2001 年 10 月 ~ 2002 年 9 月在珠海市水产科学研究所银坑养殖试验基地进行。养殖系统为室内水泥池, 分为两部分, 其中一部分为养殖池, 规格为 5.6 m × 3.0 m × 1.2 m, 水深 1 m; 另一部分为 5.6 m × 1.5 m × 1.2 m 的净化池 (图 1)。养殖用水为盐度 30 的天然海水, 养殖池排出的水经过净化后重新注入养殖

收稿日期 :2002 - 11 - 19, 修回日期 :2003 - 03 - 18
 基金项目 珠海市重点科技攻关项目 (2001 - 1 - 34)
 作者简介 :于赫男 (1979 -), 女, 吉林伊通人, 硕士研究生, 从事水生动物生理生态学研究, E - mail : yhnan - 2001 @ 163.com 林小涛, 通讯作者

1.2 苗种来源

驼背鲈和斜带石斑鱼的种苗均从境外引进, 驼背鲈平均体长 10.96 cm, 平均体质量 24.16 g; 斜带石斑鱼平均体长 8.65 cm, 平均体质量 20.10 g。放养密度: 驼背鲈为 30 尾/m³, 斜带石斑鱼为 50 尾/m³。

1.3 饲养管理

每天 9:00 和 17:00 投饵, 饵料以冰鲜杂鱼块为主。投饵量根据鱼的摄食情况而定, 当鱼不再抢食时, 则停止投喂, 1 h 后清除残饵。

每天对养殖水体的温度、盐度、pH 值以及对鱼死亡、用药、摄食等情况作详细的记录。根据水质情况, 不定期施用有益微生物制剂。根据预备实验的结果, 把室内光强控制在 80 lx 以下。冬季水温下降至 20℃ 以下时, 使用电热棒加温至 21~25℃。每隔 7 d 进行一次常规水质监测, 氨氮用靛酚蓝分光光度法, 亚硝酸氮用萘乙二胺分光光度法, 硝酸氮用镉柱还原法, 磷酸盐用磷钼蓝分光光度法, 化学需氧量 COD 用酸性高锰酸钾法, 溶解氧 DO 用碘量法。

1.4 生长测定

定期随机采样检查, 测定其体长、体质量, 按下列公式计算生长率。

$$\text{日生长率}(\%) = 100(Y_2 - Y_1) / [Y_1(t_2 - t_1)]$$

$$\text{特定生长率}(\%) = 100(\ln Y_2 - \ln Y_1) / (t_2 - t_1)$$

式中 t_1 和 t_2 表示相邻两次测定的时间, Y_1 和 Y_2 分别表示时间为 t_1 和 t_2 时的体长或体质量。

2 结果与分析

2.1 体长、体质量生长

试验期间驼背鲈和斜带石斑鱼的体长、体质量生长情况见表 1。由表 1 可见, 驼背鲈幼鱼经 343 d 养殖, 平均体长由 10.96 cm 增长到 17.56 cm, 平均日生长率为 0.18%, 体长 (L) 与养殖时间 (t) 的关系可用线性函数方程 $L = 0.0182t + 11.77$ ($r = 0.9332$) 表示 (图 2); 平均体质量由 24.16 g 增加到 124.4 g, 平均日生长率为 1.2%, 体质量 (M) 与养殖时间 (t) 的关系可用指数函数方程 $M = 32.674e^{0.0048t}$ ($r = 0.873$) 表示 (图 2)。经 343 d 养殖, 斜带石斑鱼幼鱼平均体长由 8.65 cm 增加到 28.68 cm, 平均日生长率为 0.68%, 体长 (L) 与养殖时间 (t) 的关系可用线性函数方程 $L = 0.0531t + 8.968$ ($r = 0.9456$) 表示 (图 2); 平均体质量由 20.10 g 增加到 490 g, 平均日生长率为 6.8%, 体质量 (M) 与养殖时间 (t) 的关系可用指数函数方程 $M = 34.319e^{0.0084t}$ ($r = 0.9328$) 表示 (图 2)。

如果按每两次测量的时间把驼背鲈和斜带石斑鱼的生长划分为若干阶段, 可计算出各生长阶段的体长、体质量特定生长率 (表 2)。表 2 数据表明, 驼背鲈在各阶段的体长特定生长率表现为先上升后下降的态势, 而体质量特定生长率基本上是逐步减小; 斜带石斑鱼在各阶段的体长和体质量特定生长率均从养殖开始至 193 d 逐步下降, 以后稍回升, 再下降。

2.2 体长与体质量的关系

根据实测平均体长和体质量求出两者回归关系。无论驼背鲈还是斜带石斑鱼, 其体长和体质量关系都可用 $M = aL^b$ 表示 (a, b 均为常数), 其中驼背鲈为 $M = 0.0042L^{3.6184}$ ($r = 0.9867$); 斜带石斑鱼为 $M = 0.0656L^{2.7102}$ ($r = 0.9715$)。

2.3 生长与温度的关系

养殖期间的水温与驼背鲈和斜带石斑鱼的体质

表 1 驼背鲈和斜带石斑鱼的生长

Tab.1 Growth of *C. altivelis* and *E. coioides*

品种	日期 (年.月.日)	体长 (cm)		体质量 (g)	
		平均值	标准差	平均值	标准差
驼背鲈	2001.10.04	10.96	0.46	24.16	2.44
	2001.11.03	11.95	0.44	30.92	1.81
	2001.12.02	12.78	0.55	40.97	3.35
	2002.01.08	13.50	0.35	58.98	2.55
	2002.02.10	14.70	0.82	75.50	4.43
	2002.03.11	15.70	0.77	87.90	3.56
	2002.04.15	15.96	0.62	90.54	2.65
	2002.05.14	16.08	0.21	94.94	2.53
	2002.06.14	16.28	0.69	110.0	3.81
斜带石斑鱼	2002.07.12	16.60	0.75	113.0	5.05
	2002.08.15	16.98	1.30	116.2	5.54
	2002.09.12	17.56	0.86	124.4	6.39
	2001.10.04	8.65	0.36	20.10	2.06
	2001.11.03	11.26	0.68	38.00	1.81
	2001.12.02	12.84	0.32	63.36	3.35
	2002.01.08	15.98	1.04	114.4	2.55
	2002.02.10	16.14	0.43	132.3	4.43
	2002.03.11	16.36	0.38	173.7	3.82
2002.04.15	16.42	0.50	175.2	2.65	
2002.05.14	18.62	0.50	194.7	2.53	
2002.06.14	21.72	0.83	273.0	3.81	
2002.07.12	24.38	0.83	353.0	5.05	
2002.08.15	27.00	0.87	453.0	5.54	
2002.09.12	28.68	1.45	490.0	15.8	

* 每批测定数量 $N = 5 \sim 10$ 尾。

表 2 驼背鲈和斜带石斑鱼的生长率

Tab.2 The growth rate of *C. altivelis* and *E. coioides*

时间 (d)	体长特定增长率(%)		体质量特定增长率(%)	
	驼背鲈	斜带石斑	驼背鲈	斜带石斑
30	0.288	0.879	0.822	2.123
59	0.232	0.453	0.971	1.763
96	0.148	0.591	0.985	1.597
120	0.258	0.030	0.748	0.440
158	0.227	0.0467	0.524	0.938
193	0.0469	0.0105	0.0845	0.0259
222	0.0215	0.434	0.164	0.364
253	0.0439	0.497	0.475	1.089
281	0.0695	0.413	0.096	0.918
315	0.0666	0.300	0.0821	0.734
343	0.120	0.216	0.244	0.280

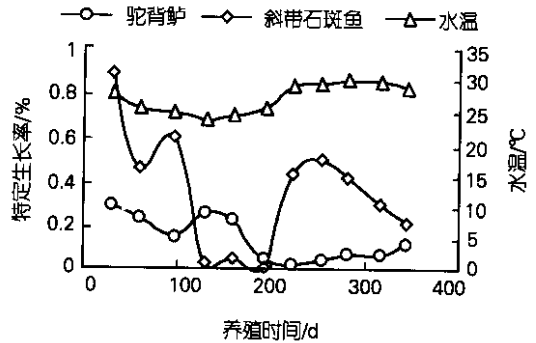


图 3 驼背鲈、斜带石斑鱼体质量特定增长率与水温关系
Fig.3 The relationship between specific growth rate of body mass of *Cromileptes altivelis* and *Epinephelus coioides*

长环境,即使是冬天,也可以通过人工升温保证驼背鲈和斜带石斑鱼幼鱼安全越冬并保持一定程度的生长。在试验的水温范围内,水温越高,斜带石斑鱼生长越快。但驼背鲈的生长与水温的关系不明显,是因为其本身绝对生长速度较低缘故。

体长生长方程中,斜带石斑鱼的斜率 0.053 大于驼背鲈的斜率 0.0183;体质量生长曲线中,斜带石斑鱼的方程中指数 0.0084 大于驼背鲈的 0.0046,这说明无论是体长增长率还是体质量增长率,斜带石斑鱼都明显大于驼背鲈。驼背鲈、斜带石斑鱼的体长与体质量密切相关,关系式 $M = aL^b$ 的指数 b 值分别为 3.6231 和 2.722,接近 3,体质量与体长的立方呈正比关系,符合等比生长规律,表明这两种鱼均属等速增长类型^[3]。

开始质量分别为 24.16 g 和 20.10 g 的驼背鲈和斜带石斑鱼,经 343 d 的饲养,质量分别达到 124.4 g 和 490 g,日均增长 0.29 g 和 1.37g。由于之前没有驼背鲈和斜带石斑鱼生长方面的报道,因此无法将本结果与之比较。据报道,网箱养殖花点石斑鱼体质量日均增长 0.83 g(开始体质量 100 g)^[4],室内水泥池流水养殖赤点石斑鱼体质量日均增长 0.49 g(开始体质量 135.4 g)^[5]。可见闭合循环系统养殖条件下,斜带石斑鱼的生长速率较快。

系统运行过程中,养殖水体的盐度为 30~34, pH 为 7.51~7.9,溶解氧保持在 5 mg/L 以上, COD 1.13~3.09 mg/L,氨氮 0.006~1.2 mg/L,亚硝酸氮 0.002~0.58 mg/L,硝酸氮 3.98~5.86 mg/L,磷酸盐 0.13~0.62 mg/L。说明闭合循环系统可以及时氧化

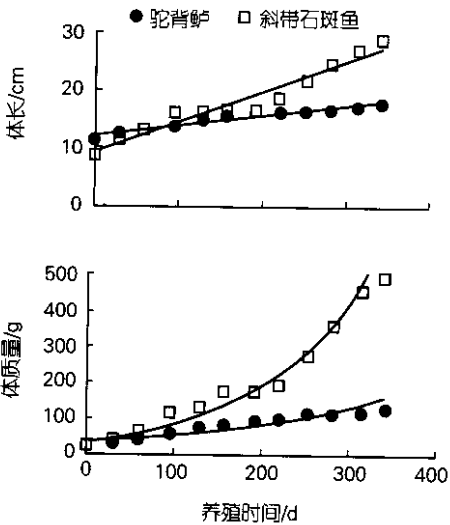


图 2 驼背鲈、斜带石斑鱼体长和体质量生长曲线
Fig.2 Growth of body length and mass of *Cromileptes altivelis* and *Epinephelus coioides*

量特定增长率见图 3。水温在 21.0~30℃ 范围内,日均水温为 23.5~29.5℃,驼背鲈的体质量增长与温度变化关系不大;而斜带石斑鱼的体质量增长与温度有密切关系,水温高,生长快,水温低则生长慢。

3 讨论

驼背鲈和斜带石斑鱼均是生活于热带、亚热带海域的暖水性鱼类。本试验表明,室内封闭式养殖系统不受自然条件限制,为养殖鱼类提供了较为稳定的生

分解鱼类粪便和残饵中的有机氮,并通过硝化作用将氨氮氧化,但对硝酸盐处理效果不佳,可溶性磷酸盐也逐步积累,因此有必要寻求吸收和转化两者的有效方法。

参考文献:

[1] Tang H C, Tu J Y, Su W C. Experiment on artificial propagation of the high - finned grouper, *Cromileptes altivelis* [J]. **China fish**, 1979, 324: 25 - 31 .
[2] Reynolds W W, Casterlin M E. Thermoregulatory behavior of juvenile (*Cromileptes altivelis* Serrani -

dae), a tropical marine fish[J]. **Hydrobiologia**, 1980, 75 (3): 281 - 282.

[3] 华元俞,胡传林. 鱼种重量与长度相关公式($W = aL^b$)的生物学意义及其运用[A]. 中国鱼类学会. 鱼类学论文集(第1辑)[C]. 北京:科学出版社,1981. 125 - 131.
[4] 姚国成,阮世玲,庞业锡,等. 名贵水产养殖技术[M]. 广州:广东科技出版社,1989. 7.
[5] 林利民,陈学毫,洪惠馨. 赤点石斑鱼室内水泥池养殖技术的初步研究[J]. 厦门水产学院学报,1995, 17(1): 21 - 26.

Growth of *Cromileptes altivelis* and *Epinephelus coioides* in closed recirculating aquacultural system

YU He - nan¹, LIN Xiao - tao¹, LIANG Xu - fang², XU Zhong - neng¹, MENG Yao - rong³

(1. Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2. Department of Biotechnology, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 3. Zhuhai Fishery Science Institute, Zhuhai 519000, China)

Received: Nov., 19, 2002

Key words: Closed recirculating aquacultural system; *Cromileptes altivelis*; *Epinephelus coioides*; growth characteristics

Abstract : Two finfish species, *Cromileptes altivelis* and *Epinephelus coioides* were cultured in a closed recirculating aquacultural system. Growth characteristics were studied. After 343 days' culture, the average body mass of *C. altivelis* increased from 24.16 g to 124.4 g, and *E. coioides* from 20.10 g to 490 g. For growth at an exponential rate, the body mass (M) of *C. altivelis* and *E. coioides* at culture time (t) could be calculated as: $M = 32.674e^{0.0048t}$ and $M = 34.319e^{0.0136t}$, respectively. Daily body mass growth rates were 1.2% for *C. altivelis* and 6.8% for *E. coioides*. In addition, the relationships between body length(L) and body mass(M) were represented as: for *C. altivelis*, $M = 0.0042L^{3.6184}$, and, for *E. coioides*, $M = 0.0656L^{2.7102}$.

(本文编辑:刘珊珊)