

杂色鲍在高密度养殖条件下的生长速率

吕军仪 吴金英 陈志胜 曾 华 邓杰良

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘 要 本文报道了在人工高密度养殖条件下, 杂色鲍(*Haliotis diversicolor*)的相对生长率、特定生长率及生长速度与饵料、水温等环境因子的关系。结果表明, 杂色鲍的饵料系数为 13.66, 饵料转化率为 0.073 2, 增重倍数为 6.03。体重与体长生长速率(7~12 月)关系式为 $W = 0.3039L - 6.1887$ 。

关键词 杂色鲍, 生长率, 饵料, 环境因子

鲍对生长环境条件要求严格, 人工养殖有一定难度。很长时间内, 鲍的获得依靠天然采捕, 产量低, 而且过度的采捕造成资源枯竭。70 年代, 鲍人工育苗获得成功^[1,2], 鲍的人工养殖技术有了新的突破, 出现了杂色鲍自然海区人工放养^[3]、皱纹盘鲍海区放流增殖^[4,5]及其南移养殖研究^[6]。从 80 年代起, 我国台湾省采用近岸陆地建池笼式养殖^[7]和日本、韩国等采用浮筏式养殖^[8]。这两种养殖模式都采用人工投饵, 解决了饵料不足问题, 缩短了养殖周期, 但筏式养殖模式未能充分利用养殖水体^[9]。为了提高单位体积水体的养殖产量, 作者于 1996 年 7 月至 1997 年 11 月在广东省汕尾市鲍养殖基地, 采用台湾近岸陆地建池笼养模式, 进行杂色鲍在人工高密度养殖条件下的生长研究, 取得显著的经济效益。

1 材料与方法

1.1 鲍苗来源

试验鲍苗来自汕尾市鲍养殖基地 95 年的秋苗, 随机选取(体质健壮, 雌雄均有)。试验开始, 鲍的体长范围为 10.00~30.00 mm, 平均体长 24.06 mm, 体重范围为 1.00~4.00 g, 平均体重 1.71 g, 7 月 23 日进行编组试验。

1.2 养殖环境

1.2.1 养殖池

用水泥建成, 规格为 6.0 m×4.5

m×1.68 m, 池两端分别设置进水口、排水口。池底按要求铺设供气管道, 24 h 供气。养殖用水从海里抽取, 经过沉淀、过滤后再投入使用。采用长流水养鲍, 每天换水量为 3~4 倍。

1.2.2 养殖笼 规格为 25 cm×41 cm×12 cm, 上下重叠, 每 9 个笼捆绑在一起, 放入养殖池中。

1.3 试验材料处理

1.3.1 笼养密度 每笼鲍苗为 40 只。分为 3 大组, 第 1 组放置在养殖池进水口处, 第 2 组放置在养殖池中段, 第 3 组放置在出水口处。每大组的 3 个小组分别置于养殖池的上层(1)、中层(2)、下层(3)。

1.3.2 鲍苗测量 投放前先测量每个鲍苗的体长、体重。每隔 1 个月取样测量, 记录体长和体重, 并记录鲍存活数量, 消毒, 进笼, 继续饲养。

1.3.3 饵料 为天然细基江蓠(*Gracilaria tenuis-tipitata*), 第 1 次投饵时间为 7 月 23 日, 以后每隔 4 d 定量投喂 1 次, 每次投喂前, 取出上次剩饵, 称重, 再清理养殖笼, 重新定量投入新饵料, 做好记录。

1.3.4 环境因子 每天定时记录气温、水温、盐度、pH 值、溶解氧, 计算出各环境因子的月平均值。

1.4 生长的测量方法与计算

1.4.1 长度法

增长率 $L = (L_t - L_0) / L_0 \times 100\%$

平均增长率 $\bar{L} = (L_t - L_0) / [N(L_t + L_0) / 2] \times 100\%$

L_0 为开始体长; L_t 为结束体长; N 为月数。

1.4.2 重量法

收稿日期: 1998-12-24

增重率 $W = (W_t - W_0) / W_0 \times 100\%$

平均增重率

$\bar{W} = (W_t - W_0) / [N(W_t + W_0) / 2] \times 100\%$

W_0 为开始时的体重; W_t 为结束时的体重。

1.4.3 特定生长率

$L_t = L_0(1 + a_1/100)T$ $W_t = W_0(1 + a_2/100)T$

a_1 为体长特定生长率; a_2 为体重特定生长率;

T 为饲养时间。

1.4.4 生长速度公式

体长生长速度/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ = (本月体长 - 上月体长) / 所隔天数

体重生长速度/ $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ = (本月体重 - 上月体重) / 所隔天数

1.4.5 摄食量公式

平均摄食量 = (投饵量 - 剩饵量) / 存活只数

饵料系数 = 平均摄食量 / 平均增重量

饵料转化率 = 平均增重量 / 平均摄食量

增肉单价 = 饵料系数 $\times$ 饵料单价

2 试验结果

2.1 杂色鲍的增长率、增重率和体长、体重的特定生长率

2.1.1 体长增长率与特定生长率 杂色鲍各组平均体长生长的高峰在 9~11 月(表 1), 各组 11 月平均体长分别达到 49.80、51.13、49.97 mm, 此后生长速度减慢, 但增长率仍维持在 10% 左右。杂色鲍群体月平均体长增长率($\bar{L}$)为 23.03, 体长特定生长率(a_1)为 18.23。

2.1.2 体重增重率与特定生长率 杂色鲍各小组平均增重率高峰期为 8~9 月(表 2)。在平均体重达到 4.5 g 以上时, 增长率开始下降。10 月过后增重缓慢, 但减慢速度不如体长明显。

杂色鲍群体月平均体重增重率($\bar{W}$)为 23.96%, 体重特定生长率(a_2)为 53.32%, 增重倍数为 6.03。

2.2 杂色鲍个体生长

2.2.1 个体体重生长 试验开始体重范围集中在 1.01~3.00 g, 约占总量的 97.5% (表 3)。杂色鲍体重生长速度的个体差异性比较大, 至试验结束体重范围在 4.01~17.00 g, 呈两头小, 中间大分布。

2.2.2 个体体长生长 杂色鲍苗早期的个体体长比较一致, 试验开始时, 体长范围在 10.10~30.00 mm, 在 20.10~30.00 mm 内的占 97.5% (表 4)。

表 1 杂色鲍群体体长生长情况

Table 1 Growth of *H. diversicolor* in body length

组别 group	编号 No.	月份 month					
		7	8	9	10	11	12
第 1 组	1	25.3	29.2	35.2	43.8	49.5	50.5
	2	24.9	29.7	35.2	45.1	49.8	54.1
	3	24.5	28.8	34.9	46.1	50.1	56.1
	平均体长/cm average BL	24.90	29.23	35.10	45.00	49.80	53.57
	增长率 rate of growth		17.40	20.07	28.21	10.67	7.56
第 2 组	1	24.3	29.0	47.6	48.8	51.2	51.0
	2	23.7	28.3	33.9	46.9	52.5	54.1
	3	23.7	28.2	33.0	45.8	49.7	50.1
	平均体长/mtn average BL	23.90	28.50	38.17	47.17	51.13	51.73
	增长率 rate of growth		19.25	33.92	23.58	8.41	1.17
第 3 组	1	23.2	27.7	33.3	42.0	50.2	51.6
	2	23.3	27.8	33.0	42.9	49.8	51.0
	3	23.6	27.8	32.9	42.6	49.9	50.4
	平均体长/mm average BL	23.37	27.77	33.07	42.50	49.97	51.00
	增长率 rate of growth		18.83	19.09	28.53	17.57	2.07
群体平均/cm average		24.06	28.50	35.44	44.89	50.30	52.10
标准差 SD		0.690	0.668	4.392	2.119	0.904	2.003

表 2 杂色鲍群体体重生长情况

Table 2 Growth of *H. diversicolor* in body weight

组别 group	编号 No.	月份 month					
		7	8	9	10	11	12
第 1 组	1	1.73	2.87	4.37	6.51	9.19	9.81
	2	1.94	3.00	4.96	7.01	9.48	10.45
	3	1.75	2.79	4.79	7.10	8.08	10.01
	平均体重/g average BW	1.81	2.89	4.71	6.87	8.92	10.09
	增重率 rate of increase		59.78	63.05	46.03	29.73	13.16
第 2 组	1	1.59	2.79	4.76	6.57	8.19	10.64
	2	1.65	2.58	4.58	6.61	9.21	10.90
	3	1.60	2.65	4.45	6.57	9.06	10.05
	平均体重/g average BW	1.61	2.67	4.60	6.58	8.82	10.53
	增重率 rate of increase		65.70	71.95	43.22	33.97	19.39
第 3 组	1	1.55	2.48	4.47	6.88	9.52	11.02
	2	1.74	2.49	4.35	6.58	8.91	10.05
	3	1.86	2.75	4.38	6.91	8.58	9.85
	平均体重/g average BW	1.72	2.57	4.40	6.79	9.00	10.31
	增重率 rate of increase		49.90	70.98	54.32	32.60	14.48
群体平均/g average BW		1.71	2.71	4.57	6.75	8.91	10.31
标准差 SD		0.122	0.165	0.207	0.212	0.495	0.430

表 3 各组体重分布情况

Table 3 Body weight distribution of *H. diversicolor* %

体重分组 BW/g	月份 month					
	7	8	9	10	11	12
1.01~2.00	60	22.5	2.6			
2.01~3.00	37.5	45	10.2			
3.01~4.00	2.5	17.5	30.8	7.7		
4.01~5.00		15	30.8	23.1	5.1	2.6
5.01~6.00			10.2	12.8	20.5	5.3
6.01~7.00			10.2	20.5	10.3	21.1
7.01~8.00			2.6	17.9	23.1	7.9
8.01~9.00			2.6	10.3	10.3	21.1
9.01~10.00				5.1	15.3	10.5
10.01~11.00				2.6	7.7	7.9
11.01~12.00					5.1	13.2
12.01~13.00						5.3
>13.00						5.1

到结束时,体长范围集中在30.10~60.00 mm,仍能体现出试验初期的生长区间架构,即个体体长生长较均匀一致,并没有出现体重生长的分散情况。

表 4 各组体长分布情况

Table 4 Body length distribution of *H. diversicolor* %

体长分组 BL/mm	月份 month					
	7	8	9	10	11	12
10.1~20.0	2.5					
20.1~30.0	97.5	75	23.1	2.6		
30.1~40.0		25	74.4	76.9	56.4	36.8
40.1~50.0			2.5	20.5	43.6	57.9
50.1~60.0						5.3

2.2.3 杂色鲍群体的体长与体重生长关系 体长与体重在每个月都有所增加,但是生长速度在每个月则有所不同(表5),从7~12月,杂色鲍群体平均体长生长速度不断提高,9~10月的生长达到1个峰值(图1),10月以后,体长生长速度逐步下降,11月杂色鲍的群体平均体长达到50.3 mm。在体长方面基本达到上市要求。

体重生长速度从7~11月处于不断生长阶段。体重生长高峰期与体长生长高峰期同在10月,这说明杂色鲍在个体发育过程中,体长与体重是同时生长的,但是体重生长高峰期要比体长生长高峰期持续多1个月,至11月,平均体重仍达不到上市标准。

体长与体重生长之间呈直线关系(7~12月),其关系式为: $W = 0.3039L^{-6.1887}$, 相关系数 $r = 0.9865$, $r_{0.01} = 0.9170$, $r > r_{0.01}$ 。

2.2.4 养殖条件下杂色鲍生长速度与摄食量和环

表 5 体长与体重关系

Table 5 Relationship between body length and body weight of

项目 item	月份 month				
	8	9	10	11	12
群体平均体长/mm average BL	28.50	35.44	44.89	50.30	52.10
群体平均体重/g average BW	2.71	4.57	6.75	8.91	10.31
体长生长速度/(mm·d ⁻¹) BL growth rate	0.14	0.22	0.32	0.17	0.06
体重生长速度/(g·d ⁻¹) BW growth rate	0.032	0.060	0.070	0.070	0.045

境因子的关系 从试验开始到试验结束,环境因子如盐度、pH值、溶解氧在不同月份里变化不大,随着月平均水温的下降,杂色鲍的平均摄食量和饵料系数逐月增加,说明杂色鲍的摄食量与水温之间存在一定关系^[4]。杂色鲍的平均体长生长速度和平均体重生长速度在8~10月达到1个峰值,而水温相对较高;11~12月杂色鲍在体长、体重生长方面都放慢,此时的水温相对也较低,这说明杂色鲍的生长受水温影响大(表6)。

表 6 杂色鲍生长速度与摄食量和环境因子的关系

Table 6 Relationships among of growth rate, food ingestion and environment

项目 items	月份 month				
	8	9	10	11	12
平均摄食量/g food ingestion	12.11	16.71	20.62	25.41	36.38
平均体长生长速度/mm·d ⁻¹ rate of BL growth	0.14	0.22	0.32	0.17	0.06
平均体重生长速度/g·d ⁻¹ BW growth rate	0.032	0.060	0.070	0.070	0.045
饵料系数 coefficient of food	12.11	8.99	9.46	11.76	25.99
水温/℃ W.T.	27.91	28.14	25.50	21.09	20.10
盐度 salinity	34.15	34.20	34.67	34.33	34.59
pH	7.80	7.86	8.15	8.48	8.57
溶解氧/mg·ml ⁻¹ DO	6.19	6.20	6.28	6.51	6.58

2.2.5 饵料系数与生长的关系 9~11月杂色鲍摄食量与饵料系数随生长速度增加而有逐渐增加趋势,此时,杂色鲍正处于生长高峰期(表6)。而11~12月期间,杂色鲍的生长在体长、体重方面都放慢,但饵料系数却提高较快。因此,从养殖效益方面考虑,12月以后是上市的适当时机。9~12月平均饵料系数为13.66,饲料转化率为0.0732,增肉单价为0.01093~0.01639元/g。

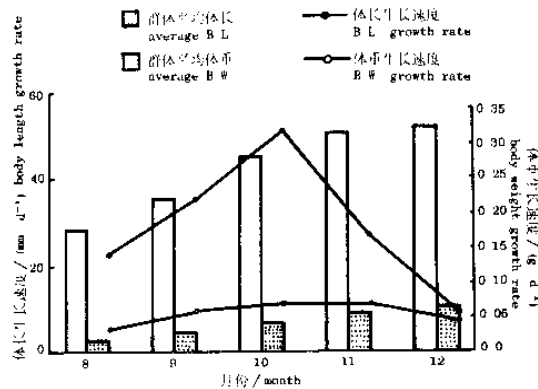


图1 体长与体重关系

Fig.1 Relationship between growth rates of body length and body weight of *H. diversicolor*

3 讨论

杂色鲍是热带、亚热带海域生长的小型鲍类,在自然海域生长速度缓慢,一般要经3~5 a才能达到上市规格。在人工高密度养殖条件下,由于饵料充足,人工细心管理,从鲍苗开始,经6~8个月则可达到上市规格。体长达到50 mm左右时,其体长生长速度就会明显缓慢。从时间上来看,已进入冬季育肥阶段,体重生长高峰期要比体长生长持续更长时间,为1~2个月。

杂色鲍发育过程中,早期体重的增重主要是由于体长增长即贝壳增长而增重,因此可以解释体长与体重生长关系式在7~12月时,为直线相关的原因;12月以后,从生长趋势来看,由于杂色鲍平均体长超过50 mm,体长(贝壳)生长速度缓慢,甚至停止,进入育肥(增肉)阶段,所以体重增加与体长(贝壳)增长不同步,不适用于上述直线相关公式。

在人工高密度养殖条件下,杂色鲍个体生长发

育过程由于个体差异、摄食强度、饵料利用率等不同,生长速度是有差异的,生长较快的杂色鲍个体首先达到50 mm,进入育肥(增肉)阶段,进一步拉大体重的差距,因此体重生长区间比体长生长区间分散。

从试验结果看,在同一水池的不同位置,或同一水体不同层次,其生长速度基本趋于一致,其原因是由于养殖池水体中,每天交换水量为3~4倍,实行24 h连续充气,水体中的生态条件是完全一致的。

在人工高密度养殖条件下,杂色鲍在快速生长期(9~11月),其饵料系数与生长成正比,但在水温偏低季节(12月)杂色鲍生长在体长、体重方面都缓慢,而消耗饵料较多,即饵料系数高。因而从降低生产成本角度来考虑,12月以后,为杂色鲍上市的适当时机。

由于杂色鲍高密度养殖环境利用流水式、24 h连续充气养殖模式,盐度、溶解氧、pH值在不同月份里都较一致,因此,其生长速度主要受水温(季节性)、摄食强度的影响,鲍生长水温范围20~30℃,最佳生长温度为24~28℃。

参 考 文 献

- 1 杨瑞琼,游锦华.杂色鲍人工繁殖的初步研究.动物学杂志,1975(1):9~12
- 2 陈 木,等.皱纹盘鲍人工育苗的初步研究.动物学报,1977,23(1):35~36
- 3 杨瑞琼,游锦华,等.杂色鲍自然海区人工放养的初步试验.水产学报,1983,9(1):19~27
- 4 高绪生,等.温度对皱纹盘鲍稚鲍自然海区人工放养的初步试验.海洋与湖泊,1990,21(1):20~25
- 5 高绪生,等.大连近海皱纹盘鲍的放流增殖效果.水产科学,1996,15(1):7~9
- 6 陈炳能,等.皱纹盘鲍南移的初步研究.动物学报,1977,23(1):23~30
- 7 山东省水产学校.贝类养殖学.中国农业出版社,1995
- 8 张起信,等.筏式养鲍技术.海洋科学,1997,4:1~2
- 9 聂宗庆,燕敬平.皱纹盘鲍成体摄食习性的初步研究成果.水产科学,1985,4(1):19~27

Growth rate of *Haliotis diversicolor* in intensive culture

Lu Junyi Wu Jinying Chen Zhisheng Zeng Hua Deng Jieliang
(College of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract *Haliotis diversicolor* juveniles were cultured from Jul~Dec, 1996, under high density condition. The monthly body length growth rate averaged 28.62% and the specific length growth rate averaged 18.23%. The monthly body weight growth rate averaged 14.73% and the specific weight growth rate averaged 53.32%. The individual body weight increased 6.03 times. The growth peak of body length emerged between Sept~Oct and that of body weight emerged between Aug~Sept. There also existed some relationships between the growth rates of body length and body weight and among the growth rate, food ingestion and environmental factors. Under given environment conditions, the mean food coefficient of the abalone was 13.66 and the food transfer coefficient was 0.073 2. The relationship formula between body length and body weight was $W = 0.303 9L - 6.188 7$ during July~December.

Key words *Haliotis diversicolor*, growth rate, food, environmental factor

《中国水产科学》声明

为了加强信息交流和扩大期刊影响,《中国水产科学》已于1996年首批加入《中国学术期刊》(光盘版),1999年6月加入“中国期刊网”;于1998年12月加入“ChinaInfo(中国信息)网络资源系统《电子期刊》”。这

对我们充分利用信息交流的集团化优势,提高期刊及其作者们的知名度和扩大国内国际影响有着重大意义。本刊的全文内容将按照统一规范要求和统一格式制作编入《中国学术期刊》(光盘版)及“中国期刊网”、ChinaInfo系统《电子期刊》,读者可通过信息网络系统在“中国期刊网”和ChinaInfo系统查询检索本刊内容,也欢迎各界朋友通过上述网络系统向我刊提出宝贵意见、建议,或订购本刊。“中国期刊网”的网址:Http://WWW.Chinajournal.net.cn;ChinaInfo系统《电子期刊》的网址:http://www.chinainfo.gov.cn/periodical)。

凡被本刊录用的稿件,将统一纳入上述信息网络服务系统。在此本刊提请所有来稿作者注意:除非作者来稿时另有声明,一般均视为已同意来稿由本刊代为向《中国学术期刊》(光盘版)、“中国期刊网”及《电子期刊》投稿,并同意全文上网。本刊支付的稿费中已包括上述稿费并一次付清。

特此声明。

《中国水产科学》编辑部