

大黄鱼幼鱼 对 若干环境因子的适应性试验

水柏年

(浙江海洋学院渔业学院, 舟山市 316004)

摘 要 在有实验装置的人工控制环境条件下,以每批 100 尾大黄鱼幼鱼进行光照强度、水温、溶氧量、盐度等的单因子适应性实验以及对温度、溶解氧和盐度正交适应性实验。其结果是:全长 29 ~ 44 mm,平均全长为 39 mm 的幼鱼,适光范围为 520 ~ 5500 lx,最适范围为 780 ~ 1830 lx;适宜温度为 21.4 ~ 24.9℃,最适温度为 22.4 ~ 24.9℃;适宜盐度为 25.5 ~ 28.8,最适盐度为 26.8 ~ 28.8;适宜溶氧量为 4.70 ~ 5.38 mg/L,最适溶氧量为 4.76 ~ 5.15 mg/L。全长为 59 ~ 86 mm,平均全长为 75 mm 的幼鱼,适光范围为 620 ~ 5500 lx,最适光照强度为 850 ~ 1820 lx;适宜温度为 22.3 ~ 25.0℃,最适温度为 22.3 ~ 24.3℃;适宜盐度为 26.5 ~ 28.5,最适盐度为 26.7 ~ 27.8;适宜溶氧量为 4.65 ~ 5.38 mg/L,最适溶氧量为 4.75 ~ 5.21 mg/L。温度对幼鱼的影响极为显著,盐度和溶解氧的影响次之。

关键词 大黄鱼幼鱼 环境因子 适应性

在实验室人工模拟环境条件下,对岱衢族大黄鱼幼鱼进行光照强度、温度、盐度和溶解氧等若干环境因子的适应性实验,旨在为大黄鱼幼鱼培育技术措施的设定提供科学依据。

材料和方法

1. 材料

2000 年实验和 2001 年跟踪实验所用的大黄鱼幼鱼均取自舟山市海洋水产研究所岱山育苗基地,是同批育出的幼鱼。全长分别为 29 ~ 44 mm 和 59 ~ 86 mm,平均全长分别为 39 mm 和 75 mm;全重分别为 300 ~ 450 mg 和 1700 ~ 4830 mg,平均全重分别为 380 mg 和 3680 mg。实验用海水盐度分别为 29.3 和 27,温度分别为 23℃ 和 21℃ 左右。实验仪器有:ZDS-10 型自动换挡数字式照度计,用以测定幼鱼所处环境的光照强度;HI 9143 型溶解氧测量仪,用以测定幼鱼所处环境的溶氧量;30/25 FT 型盐度电导温度测量仪,用以测定幼鱼

所处环境的盐度和温度;自制的玻璃水槽(图 1-1)和白铁皮水槽(图 1-2)用以测定大黄鱼幼鱼对光照强度和温度、盐度、溶解氧等因子的适应性。另外,还有水桶、塑胶水管、水勺、电热棒、窗纱网、可调电灯光源等各种实验器具,以及冰块、淡水、海水精、硫酸纸和黑色胶带纸等材料。

2. 方法

(1)实验方法 先将白铁皮水槽和玻璃水槽分区标号为一、二、三、四、五区段,铁皮水槽每 400 mm 长度为一个单位区段,玻璃水槽每隔 300 mm 长度为一个单位区域。在做光照强度适应性实验时,玻璃水槽的五个外侧表面用黑色的胶带纸贴上,以保证这五个侧面无外来光的干扰;一个小侧面用硫酸纸贴上,以保证在黑暗的环境下打开硫酸纸一端的光源,使射入水域的光线在每个段面分布均匀,且形成一个纵向梯度,并调节光照强度,形成不同的光照梯度水域。在做温度(盐度、溶解氧)的适应性实验时,从铁皮水槽的一端

收稿日期:2004-05-23;修回日期:2004-05-24

作者简介:水柏年(1965-),男,硕士,主要从事渔业资源和生态环境方面的研究。

资助项目:浙江省教育厅资助项目“浙江族大黄鱼繁殖生物学研究”

注入和放出温水(高盐度水、高溶解氧水),另一端则注入和放出低温水(低盐度水、低溶解氧水),使水槽中形成一个温度(盐度、溶解氧)梯度。实验时把 50 尾幼鱼用窗纱网捞入实验水域中部,待幼鱼静息适应后,每隔 10 min 测定一次幼鱼在各区段的分布数量及相应区段的因子强度平均值。

(2)数据处理 根据记录的原始实验数据,分别计算在各环境因子影响下各区段水域幼鱼所占的百分率以及各区段总的平均值,并根据计算所得数据用 EXCEL 和 AUTCAD 语言得出散点拟合分布百分率的折线图、曲线图(A 曲线为 2000 年实验所得,B 曲线为 2001 年实验所得),

根据因子值和分布百分率,分析得出幼鱼在水域环境中的适应性规律。

实验结果和分析

1. 幼鱼对光照强度的适应性分析

由表 1(前 10 行数据是 2000 年实验所得,后 7 行数据为 2001 年实验所得)可知,幼鱼都具有显著的趋光性。在 400 lx 以下光照强度区内幼鱼的分布百分率很低,一般不到 10%;但光照强度过高,达到 3600 lx 以上时,幼鱼分布百分率低于 38%,而且呈急剧下降趋势。幼鱼基本分布在光照强度为 520 ~ 5500 lx 的区域内,约占总分布率的 80%。在强度为 700 ~ 5500lx 光照区域内分

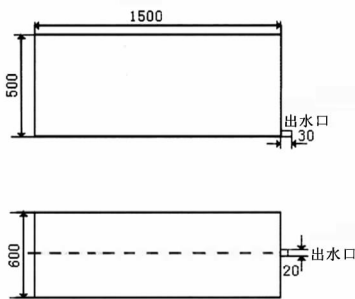


图 1-1 玻璃水槽三面直观图

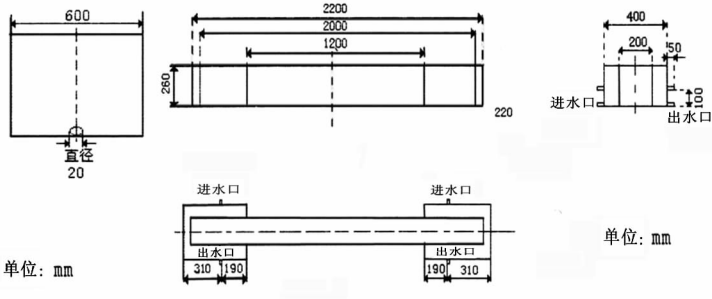


图 1-2 铁皮水槽平面三视图

表 1 2000 年和 2001 年幼鱼在不同光照度区段的分布百分率

次序	一区		二区		三区		四区		五区	
	光照度 (lx)	分布百分率 (%)	光照度 (lx)	分布百分率 (%)	光照度 (lx)	分布百分率 (%)	光照度 (lx)	分布百分率 (%)	光照度 (lx)	分布百分率 (%)
1	5491	32	1830	40	810	20	420	8	/	/
2	3563	36	1370	44	550	14	410	6	/	/
3	1538	44	882	28	521	8	473	14	410	6
4	1144	48	781	44	133	8	/	0	/	0
5	960	52	670	22	460	8	390	6	383	12
6	850	44	634	26	520	18	380	12	//	/
7	702	54	603	24	410	6	391	10	370	6
8	892	56	721	28	600	8	510	6	347	2
9	958	58	811	32	741	6	601	4	//	/
10	1060	42	913	34	522	12	403	8	377	4
11	5500	30	1820	46	800	16	410	8	/	/
12	3570	38	1350	46	540	8	410	8	/	/
13	1520	46	860	24	500	8	450	8	410	14
14	1140	54	770	36	400	10	/	/	/	/
15	970	46	620	24	460	8	400	16	390	6
16	850	46	620	24	520	16	370	14	/	/
17	700	46	600	30	410	12	39	8	370	4

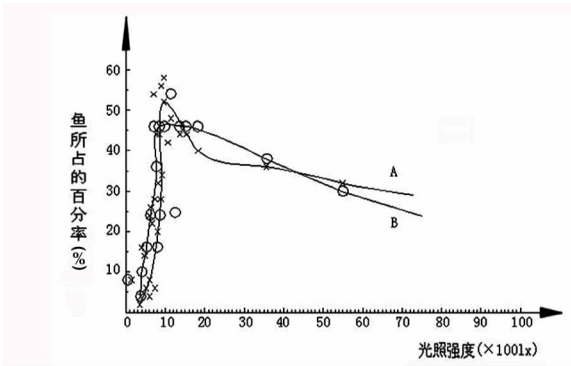


图2 2000年和2001年鱼苗在五个光照强区段分布百分比变化曲线图

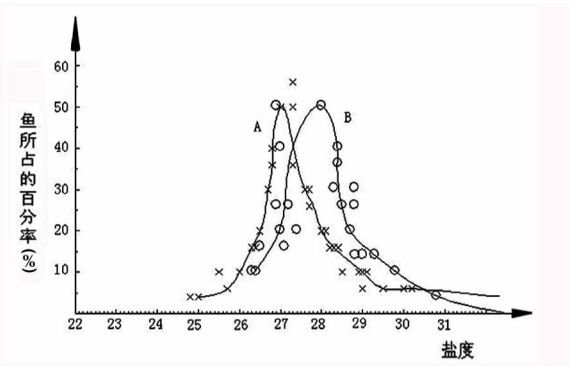


图3 2000年和2001年鱼苗在五个盐度区段分布百分比变化曲线图

表2 2000年和2001年幼鱼在五个盐度区段的分布百分率

次序	一区		二区		三区		四区		五区	
	盐度	分布百分率 (%)	盐度	分布百分率 (%)	盐度	分布百分率 (%)	盐度	分布百分率 (%)	盐度	分布百分率 (%)
1	29.5	6	28.9	10	28.2	16	27.6	30	27.0	38
2	29.0	6	28.5	16	27.7	26	27.0	36	26.3	16
3	29.0	10	28.4	16	27.8	26	27.2	36	26.5	12
4	29.0	10	28.3	16	27.5	30	26.9	36	26.2	8
5	28.5	10	27.9	20	27.3	36	26.7	30	26.0	4
6	28.2	16	27.6	26	27.0	40	26.4	16	25.8	2
7	28.0	20	27.3	50	26.5	20	25.7	6	25.0	4
8	28.5	20	27.7	30	26.8	36	26.0	10	25.0	4
9	28.8	16	27.8	30	26.8	40	25.8	10	24.8	4
10	29.0	10	27.9	26	27.0	50	25.9	10	24.8	4
11	29.0	10	28.1	20	27.3	50	27.0	10	26.1	10
12	29.1	10	28.2	20	27.3	50	26.3	10	25.5	10
13	30.0	6	29.0	10	28.0	26	27.0	56	26.0	2
14	30.2	6	29.5	6	28.3	26	27.3	56	26.5	6
15	27.2	10	27.9	40	28.4	40	29.8	10	/	/
16	27.6	20	28.8	50	28.8	26	30.8	4	/	/
17	27.8	20	28.4	36	28.8	30	29.3	14	/	/
18	26.4	10	27.8	36	28.1	30	29.2	14	/	/
19	26.3	10	27.6	20	28.1	30	28.5	26	28.8	14
20	26.5	16	27.4	20	27.9	20	28.3	30	29.0	14
21	27.1	16	28.0	50	28.7	20	29.3	14	/	/
22	26.5	16	27.5	30	27.8	40	28.5	14	/	/
23	26.3	10	26.9	50	27.2	26	27.9	14	/	/
24	24.6	10	26.5	60	26.9	26	28.5	8	/	/
25	25.5	20	25.8	46	27.0	20	27.6	14	/	/
26	25.0	10	25.6	30	27.0	40	27.5	20	/	/

布密集,约占幼鱼总数的70%以上。由图2分析比较两年的幼鱼分布百分率随光照强度变化曲线,结合表1得出,A和B两曲线变化态势基本一致,但2000年的幼鱼分布比较松散,2001年的分

布比较集中。说明2000年时幼鱼小,适光范围宽,为520~5500 lx,最适范围为780~1830 lx;随着幼鱼长到2001年大小时,适光范围渐渐变窄,为620~5500 lx,最适光照强度为850~1820 lx。

2. 幼鱼对盐度的适应性分析

由图3结合表2(前14行数据是2001年实验所得,后12行数据为2000年实验所得)分析得出,两年实验中幼鱼在24.8~30.8的盐度范围内均有分布,分布松散,耐盐范围广。2000年在25.5~28.8范围内,幼鱼分布百分率在20%以上,在26.8~28.8盐度范围,幼鱼分布百分率为

30%以上;由此可以推出2000年的幼鱼适宜盐度为25.5~28.8,最适盐度为26.8~28.8。2001年在26.5~28.5范围内,幼鱼分布百分率在20%以上,在26.7~27.8盐度范围,幼鱼分布百分率为30%以上。由此可以推得,2001年的幼鱼,其适宜盐度为26.5~28.5,最适盐度为26.7~27.8。而且,A和B两曲线分布态势基本相同,比较两者

表3 2000年和2001年幼鱼在五个温度区段的分布百分率

次序	一区		二区		三区		四区		五区	
	温度(℃)	分布百分率(%)	温度(℃)	分布百分率(%)	温度(℃)	分布百分率(%)	温度(℃)	分布百分率(%)	温度(℃)	分布百分率(%)
1	23.3	56	22.3	40	21.3	4	20.4	0	19.1	0
2	23.0	50	22.6	26	20.9	14	20.0	9	19.7	4
3	23.6	56	23.0	22	21.7	10	20.5	0	18.9	2
4	24.2	40	22.0	32	21.5	26	20.1	2	19.1	2
5	25.0	16	22.8	26	22.5	26	22.0	18	20.9	14
6	24.6	20	23.5	40	23.0	36	22.0	4	20.3	0
7	25.2	10	24.0	36	23.5	34	22.5	20	20.9	0
8	25.7	4	24.2	30	24.0	36	22.5	30	21.7	0
9	24.9	10	24.8	26	24.3	30	24.0	30	23.3	4
10	25.0	10	24.7	10	24.3	46	24.0	26	23.5	11
11	25.2	6	24.6	10	24.4	20	24.3	26	24.1	38
12	25.0	6	25.0	26	23.2	36	22.6	16	22.0	16
13	25.3	6	24.0	26	23.0	36	22.3	20	21.8	12
14	25.3	6	24.2	40	22.8	30	21.7	16	20.6	8
15	25.0	6	23.6	44	23.4	34	20.6	16	/	/
16	25.2	12	23.8	50	23.4	22	22.0	16	/	/
17	23.3	16	22.9	44	22.4	22	18.0	12	18.1	6
18	24.0	30	22.8	36	22.5	22	18.3	12	/	/
19	22.9	50	22.4	30	20.0	12	19.0	6	19.0	2
20	24.3	44	22.0	28	21.4	12	21.0	12	18.9	4
21	24.5	22	23.0	32	21.4	34	20.4	12	/	/
22	25.4	6	24.2	34	23.0	22	22.6	22	21.3	16
23	26.0	6	24.9	32	24.4	26	24.1	2	23.9	14

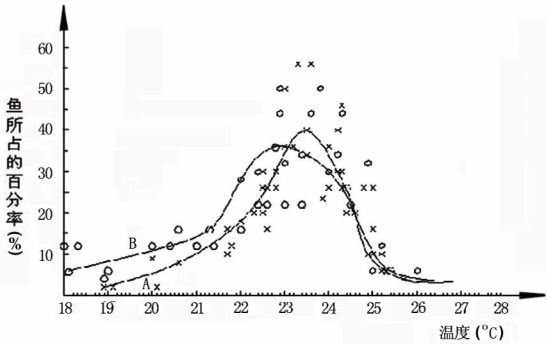


图4 2000年和2001年鱼苗在五个温度区段分布百分率变化曲线图

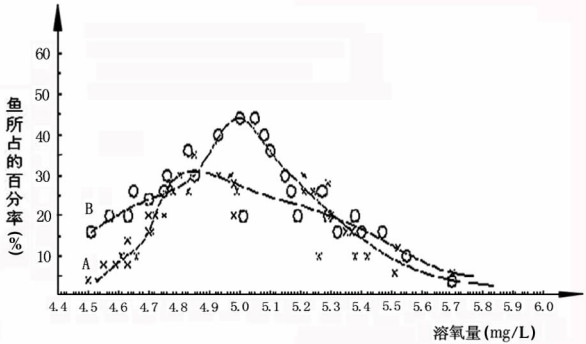


图5 2000年和2001年鱼苗在五个溶解氧区段分布百分率变化曲线图

得出,幼鱼对盐度的适应值随着年龄的增长呈增大的趋势。

3. 幼鱼对温度的适应性分析

由图4结合表3(前14行数据是2001年实验所得,后9行数据为2000年实验所得)分析得出,幼鱼在18.9~26.0℃的温度范围内均有分布,分布疏散,耐温范围广。2000年在21.4~24.9℃范围内,幼鱼分布百分率在20%以上;在22.9~24.3℃温度范围,幼鱼分布百分率为40%以上。由此可以推出,2000年的幼鱼,其适宜温度为21.4~24.9℃,最适温度为22.4~24.9℃。2001年在21.5~24.6℃范围内,幼鱼分布百分率在20%以上;在22.3~24.3℃温度范围,幼鱼分布百分率为40%以上。由此可以推得,2001年的幼鱼,其适宜温度为22.3~25.0℃,最适温度为22.3~24.3℃。而且,A和B两曲线分布态势基本相同,比较两者得出,幼鱼随年龄增长,对低温水域选择分布的百分率降低,喜好程度减低。

4. 幼鱼对溶解氧的适应性分析

由图5结合表4分析得出,两年份实验幼鱼在4.50~5.70 mg/L的溶解氧范围内均有分布,分布疏散,耐氧范围广。2000年幼鱼在4.70~5.38 mg/L范围内,分布百分率在20%以上;在4.76~5.15 mg/L范围内,分布百分率为30%以上。由此可以推得,2000年的幼鱼,其适宜溶氧量为4.70~5.38 mg/L,最适溶氧量为4.76~5.15 mg/L。2001年幼鱼在4.65~5.38 mg/L范围内,分布百分率在20%以上;在4.75~5.21 mg/L范围内,分布百分率为30%以上。由此可以推得,2001年的幼鱼,其适宜溶氧量为4.65~5.38 mg/L,最适溶氧量为4.75~5.21 mg/L。

5. 幼鱼对温度、盐度和溶解氧适应性正交比较分析

表中 K_1 、 K_2 、 K_3 分别表示各因素列的第1、第2、第3水平所对应的指标的和, k_1 、 k_2 、 k_3 分别表示各因素列在第1、第2、第3水平下的平均指标。表中R值表示极差,决定因素的主次顺序。比较A、B、C三因素的R值可以看出,A因素的 $R_A =$

表4 2000年和2001年幼鱼在五个溶解氧区段的分布百分率

次序	一区		二区		三区		四区		五区	
	溶解氧 (mg/L)	分布百分率 (%)	溶解氧 (mg/L)	分布百分率 (%)	溶解氧 (mg/L)	分布百分率 (%)	溶解氧 (mg/L)	分布百分率 (%)	溶解氧 (mg/L)	分布百分率 (%)
1	4.80	36	4.75	30	4.68	20	4.56	10	4.50	4
2	4.82	36	4.77	28	4.70	20	4.61	10	4.53	4
3	4.85	36	4.78	30	4.70	16	4.63	14	4.53	4
4	4.90	26	4.80	30	4.72	20	4.65	16	4.55	8
5	4.93	30	4.81	26	4.75	26	4.66	10	4.59	8
6	4.97	30	4.81	26	4.78	26	4.70	16	4.62	2
7	4.99	26	4.89	26	4.80	26	4.71	16	4.63	6
8	5.05	36	4.92	26	4.83	26	4.73	10	4.63	8
9	5.08	36	4.94	26	4.85	26	4.75	10	4.65	4
10	5.19	20	5.07	36	4.98	20	4.87	16	4.72	8
11	5.25	10	5.10	16	4.98	30	4.88	24	4.75	20
12	5.42	10	5.26	10	5.24	26	5.21	26	4.98	28
13	5.51	6	5.38	10	5.30	20	5.21	30	5.12	34
14	5.70	6	5.52	12	5.38	20	5.29	28	5.13	36
15	4.85	30	4.75	26	4.65	26	4.50	18	/	/
16	4.83	36	4.76	30	4.63	20	4.51	16	/	/
17	5.19	20	5.01	20	4.93	40	4.57	20	/	/
18	5.27	26	5.17	26	5.07	36	4.85	12	/	/
19	5.47	16	5.35	16	5.29	20	5.25	24	4.70	24
20	5.55	10	5.37	16	5.15	30	5.00	44	/	/
21	5.50	4	5.38	20	5.32	16	5.26	20	5.08	40
22	5.70	4	5.40	16	5.10	36	5.05	44	/	/

表5 2001年幼鱼对温度、盐度和溶解氧适应性正交比较分析

实验序号	A 温度 (℃)	B 盐度	C 溶解氧 (mg/L)	幼鱼所占百分比 (%)
1	1	1	1	33.33
2	1	2	2	44.44
3	1	3	3	27.78
4	2	1	2	50.00
5	2	2	3	44.44
6	2	3	1	38.89
7	3	1	3	27.78
8	3	2	1	33.33
9	3	3	2	22.22
K ₁	105.55	111.11	105.55	
K ₂	133.33	122.21	116.66	
K ₃	83.33	88.89	100.00	
k ₁	35.18	37.04	35.18	
k ₂	44.44	40.74	38.89	
k ₃	37.78	29.63	33.33	
R	16.66	11.11	5.56	

注:A 温度:第1水平24℃,第2水平23℃,第3水平22℃;B 盐度:第1水平为26,第2水平为27,第3水平为28;C 溶解氧:第1水平为4.9 mg/L,第2水平为4.9 mg/L,第3水平为5.1 mg/L。2001年用50尾鱼,进行幼鱼对盐度\温度\溶解氧正交实验,用直观法进行分析数据列表(表5)。

16.66,最大;B因素的 $R_B = 11.11$,次之;C因素的 $R_C = 5.56$ 最小。由此可见,幼鱼对温度的影响最敏感,盐度影响相对次之,溶解氧影响相对较小。

结论和建议

1. 据资料^[2],大黄鱼的成鱼具有避光性,而本研究得出幼鱼具有显著的趋光性,它适宜在光照强的水域生活。因此建议在亲鱼培育时注意水域环境的暗光调节,而在大黄鱼幼鱼培育时,应注意加强光照。对于全长39 mm左右的幼鱼,光照强度以520~5500 lx为宜,780~1830 lx最佳;随着鱼体长到全长75 mm左右时,光照强度以620~5500 lx为宜,以850~1820最佳。建议保障幼

鱼水域环境的良好光照。

2. 从幼鱼对盐度的适应性实验中可得出,全长39 mm左右时,适盐值为25.5~28.8,最适盐度为26.8~28.8;全长为75 mm左右时,幼鱼适宜盐度为26.5~28.5,最适盐度为26.7~27.8。因此,建议在幼鱼培育时注意盐度调控,在野外放养时注意选择盐度适宜的水域。

3. 大黄鱼幼鱼全长为39 mm左右时,适宜温度为21.4~24.9℃,最适温度为22.4~24.9℃;长到全长为75 mm时,适温范围为22.3~25.0℃,最适温度为22.3~24.3℃。建议在幼鱼培育时注意将水温控制在相应的适温范围,尽量控制在最适温度值。

4. 由幼鱼对溶解氧的适应性实验分析得出,幼鱼全长为39 mm时,其适宜溶氧量为4.70~5.38 mg/L,最适溶氧量为4.76~5.15 mg/L;长到全长为75 mm左右时,适宜溶氧范围为4.65~5.38 mg/L,最适溶氧量为4.75~5.21 mg/L。因此,建议在幼鱼培育时要保障水域溶氧不低于适宜值。

5. 根据幼鱼对温度、盐度和溶解氧三因子正交实验分析得出,温度对幼鱼影响最敏感,盐度影响次之,溶解氧影响位居第三。这与资料^[2]中所载,鱼类对0.03~0.05℃的变化有生理行为反映,温度是影响鱼类生理行为最重要的因子相吻合,而与鱼类对0.2盐度变化有生理行为反映,敏感度次于温度相符。这就要求在幼鱼培育时特别注意对温度的调控,保证合适的盐度,充足的溶解氧。若从室内培育转向野外放养时,要特别注意幼鱼对水的温度、盐度和溶解氧有一个逐渐适应的过程,选择温度、盐度和溶解氧合适的水域。

参考文献

1. 罗大佑,蔡厚才. 鱼类行为学[M]. 厦门:厦门大学出版社,1998:6~11.
2. 胡杰. 渔场学[M]. 北京:中国农业出版社,1996:50~58.

发稿编辑 汤惠明

校对 朱大白