

海水盐度对牙鲆仔稚鱼的生长、 存活率及白化率的影响^{*}

王 涵 生

(福建省水产研究所, 厦门 361012)

提要 1993年11月20日自鹿儿岛养殖业者购得自然产卵获得的牙鲆受精卵, 经空运、陆运至福州的九州大学附属水产试验所。仔鱼翌日孵出, 3d后开口。以此材料观察研究试验室条件下不同海水盐度对牙鲆仔稚鱼的生长、存活率及白化率的影响。试验分4组, 盐度分别为: 1组(自然海水对照组), 30.5—31.8; 2组, 26.0; 3组, 21.0; 4组, 16.0。每组设2个重复。使用100l透明玻璃钢水槽, 每槽放2000尾刚开口的仔鱼。仔鱼投喂轮虫、卤虫幼体, 试验进行51d。结果表明, 各不同盐度海水中仔稚鱼的生长无显著差别($P>0.05$)。各组的存活率为: 1组(对照组), 26.9%及27.3%; 2组, 23.8%及35.6%; 3组, 41.5%及40.2%; 4组, 62.9%及42.1%, 各组的白化率为: 1组, 83.6%及81.5%; 2组, 76.6%及75.8%; 3组, 41.9%及33.8%; 4组, 34.8%及37.6%。较低盐度海水中仔稚鱼呈现较高的存活率和较低的白化率。盐度在21.0与26.0间, 可能是一个对牙鲆仔稚鱼的存活率及白化率产生显著不同结果的临界盐度阶段。

关键词 盐度 牙鲆 仔稚鱼 生长 存活率 白化率

牙鲆广泛分布于外洋高盐海区及河口低盐海区。日向野纯等(1986)曾指出, 经自然海水预养10d的牙鲆仔鱼对低盐耐性很弱。日本栽培渔协小浜事业场进行了饲育环境试验, 研究了平均全长7mm(第14d)的牙鲆仔鱼在25%, 50%, 75%海水(海水中分别掺以75%, 50%及25%淡水, 盐度分别约为8.0, 16.0及24.0)中饲育时, 对其生长、存活率及白化率的影响, 但对于从仔鱼刚开口直到幼鱼着底这一整个时期, 饲育海水的盐度对仔稚鱼的生长、存活率及白化率有何影响, 则还不明确。对白化问题, 已有许多研究, 认为同卵发生时的光照条件 [Dannevig et al., 1952]、仔鱼期的饲养密度 (Shelbourne, 1974)、水温 [Seikai, T. et al., 1986]、饵料的营养 (青海忠久等, 1983, 1986; 下崎真澄, 1986¹⁾; 高桥庸一, 1992) 都有关系。但在育苗和养殖中, 仍无法防除白化个体的出

* 1993年10月—1994年10月赴日本访问研究, 此为其间研究成果。王涵生, 男, 出生于1948年2月, 硕士, 副研。

承蒙九州大学农学部教授北岛力、古市政幸, 助教授松井诚一的热情指导及试验所其他工作人员协力帮助, 提供方便, 谨此表示真诚的谢意。

1) 下崎真澄, 1986, ヒラメ体色异常发现防除に関する基础的研究, 东水大修士学位论文。

收稿日期: 1996年4月22日, 接受日期: 1996年9月16日。

现。本文从海水盐度方面进行了这方面的研究和探讨，以期减少牙鲆苗种的白化率提供科学依据。

1 材料及方法

1.1 受精卵及仔鱼

受精卵购自鹿儿岛养殖者，系11月19日通过自然产卵获得。于1993年11月20日空运到福冈，再用汽车运至九州大学农学部附属水产试验所。仔鱼于11月21日孵出，11月24日第3d时开口。

1.2 试验组的设置

试验设4组进行：1组为自然海水对照组，盐度约为30.5—31.8；2组盐度，26.0；3组盐度，21.0；4组盐度，16.0。每组都设2个重复。

1.3 仔鱼的饲养管理

试验使用100L透明玻璃钢水槽，每个水槽放2000尾刚刚开口的仔鱼。全部水槽置于保温的塑料薄膜温室内，水温为17.8—21.8℃。温室上方张挂遮光幕，光照统一控制在800—1000 lx。饲养初期微流水，微充气；随着个体的生长，通气量渐渐达300 ml/min，流水量每天2倍水体。饵料初期为轮虫，5—10个体/ml；仔鱼全长达7mm后，并用卤虫幼体1.5—2.5个体/ml；后期单用卤虫幼体，5—8个体/ml。每天投饵2次，投饵量根据水槽中残饵密度有所增减。水槽每天吸污一次。试验期从11月21日—翌年

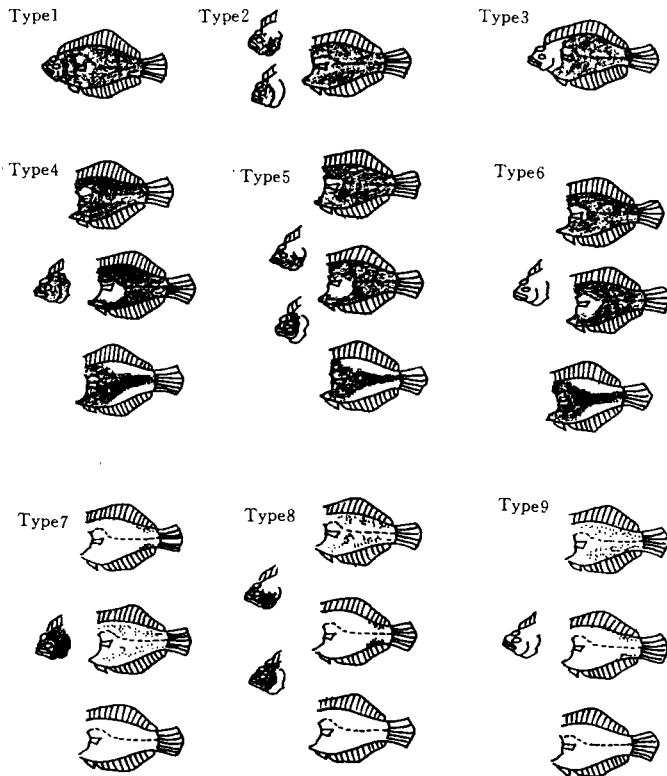


图1 牙鲆稚鱼的体色类型

Fig.1 Color types of the juvenile of *Paralichthys olivaceus* (after Seikai, T.)

1月11日,总计51d。

1.4 标本的取样及分类

试验开始后,原则上每周(12月22日起每5d)取样30尾仔鱼,以MS-222麻醉后,于万能投影仪下测定其全长。稚鱼完全变态着底后(平均全长18mm),全部个体取出,以MS-222麻醉后,保存于10%中性福尔马林中,以后再检查计算其体色正常及白化个体的数目,比较各不同盐度海水中的生长、存活率及白化率。

$$\text{存活率}(\%) = N_2 / (N_0 - N_1) \times 100$$

式中, N_2 为最终存活数; N_0 为起始尾数; N_1 为取样标本数。

体色正常与否以9个类型(图1;从青海忠久,引自高桥庸一,1992)区分之: Type1: 正常个体,全身正面均有黑色色素; Type2: 躯干部正常,头部部分白化; Type3: 躯干部正常,头部完全白化; Type4: 头部正常,躯干部分白化; Type5: 头部及躯干均部分白化; Type6: 头部完全白化,躯干部部分白化; Type7: 头部正常,躯干完全白化; Type8: 头部部分白化,躯干部完全白化; Type9: 头部及躯干完全白化或几乎完全白化。

2 结果及讨论

2.1 生长及存活率

生长及存活率如表1、图2所示,试验结束时(第51d),各组鱼体的平均全长为:1组,19.2mm及19.3mm;2组,18.7mm及19.0mm;3组,19.9mm及20.2mm;4组,19.0mm及19.0mm。之间没有显著的具有统计学意义的差别($P>0.05$)。存活率最高的是盐度最低的4组,为62.9%及42.1%。接着,按盐度由低到高的次序,存活率则依次由高而低,依次是:3组,41.5%及40.2%;2组,23.8%及35.6%;1组,26.9%及27.3%。

日本栽培渔协小浜事业场1986年及1987年的饲养环境试验(高桥庸一,1992)中,在低盐的75%及50%的海水(盐度约为24.0及16.0)中,从平均全长7mm(17d)饲养到着底为止;较之以100%海水从孵化饲养到着底为止,其生长速度,低盐度的较差,但存活率则是低盐度组的较好,最好的为50%海水组(1986年)。但是在25%的海水(盐度约8.0)中,存活率最低,显然无法适应(1987年)。另外,同样在50%的海水中饲养,从7mm开始饲养试验,较之从10mm开始饲养试验,前者的存活率为64%,后者的存活率为40.2%,前者比后者高出许多。这可能是,牙鲆仔鱼越是早期,对低盐度饲养环境的适应性就越强。见图2。

日向野纯等(1986)将牙鲆仔鱼在盐度为33.0—34.0,水温为16.5—23.9℃条件下饲养10d后,移到80%—20%的海水(海水中掺以不同比例的淡水)中饲养。结果第4—6天仔鱼开始死亡,到第20d仔鱼几乎全部死亡,与此结果相比,本试验虽然未观察低至20%海水(盐度约为6.5)的饲养情况,但于仔鱼刚开口即放入差不多也是50%的海水(盐度16.0的4组)中饲养,却得出与日向等人相反的结果。看来,刚刚开口的牙鲆仔鱼所处的环境的海水盐度,对其将来生活中对盐度浓度的适应性,具有很大的影响。换言之,牙鲆的仔稚鱼比较适应与其孵化后2—3d内相同的盐度环境,此后骤然改变之,即会引起大量死亡。

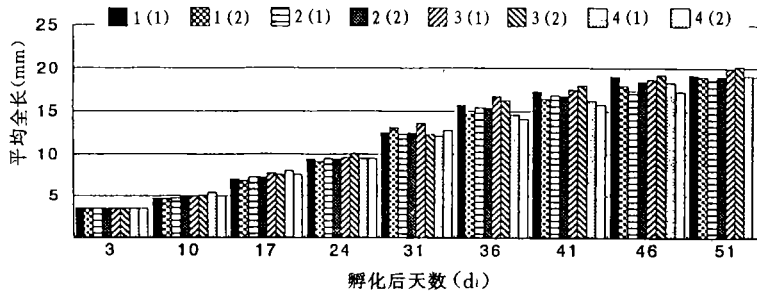


图2 不同盐度条件下仔稚鱼的生长

Fig.2 The growth of the larvae and juveniles of *Paralichthys olivaceus* under different salinity conditions

1. 对照组, 盐度为 30.5—31.8; 2. 盐度为 26.0; 3. 盐度为 21.0; 4. 盐度为 16.0.

表1 各组试验鱼的生长及存活率 ($P>0.05$)Tab.1 The growth and survival rate of *Paralichthys olivaceus* in each experiment tank

试验组	1(1)	1(2)	2(1)	2(2)	3(1)	3(2)	4(1)	4(2)
起始全长 (mm)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12
结束时全长 (mm)	19.2	19.3	18.7	19.0	19.9	20.2	19.0	19.0
	±2.48a	±2.77a	±2.26a	±2.29a	±2.53a	±3.75a	±2.51a	±2.64a
起始总鱼数 (尾)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
取样标本数 (N1)	247	244	245	250	256	261	252	252
存活数 (N2)	524	480	418	623	724	699	1 099	736
存活率 (%)	29.9	27.3	23.8	35.6	41.5	40.2	63.9	42.1
水温 (°C)				17.8—	21.7			

吉松隆夫(1994)¹⁾在鲢鳙的盐度试验中, 高盐的 40.0 及 34.0 组的生长比低盐的 16.0—28.0 组的要差。而盐度在 16.0—28.0 各组无显著的差别。最终的存活率也是高盐的 40.0 组最差, 而 16.0—28.0 盐度各组则无显著差别。

2.2 白化率及白化个体的类型

白化个体的出现率及白化类型如表 2 及图 3 所示。白化率最高的为对照组自然海水组。其他各组, 随盐度的降低, 白化率也依次降低。从图 3 可见, 白化率以盐度 16.0 的 4 组最低, 为 34.8% 及 37.6%。以盐度增高的次序, 白化率也依次增高, 3 组, 41.9% 及 33.8%; 2 组, 76.6% 及 75.8%; 对照组, 83.6% 及 81.5%。值得注意的是, 3, 4 两组之间及 1, 2 两组之间差别并不大, 但 1, 2 两组和 3, 4 两组之间的体色正常率却明显地相差约一倍。这似乎表明, 盐度 26.0 与 21.0 之间, 为关系到牙鲈仔鱼体色正常率的临界盐度梯度。日本栽培渔协小浜事业场的试验中, 对照组与低盐组的体色正常率差别显著, 但 75% 与

1) 吉松隆夫, 1994, *メナダの養殖生物学的研究*, 平成6年, 九州大学农学部博士学位论文。

50% 海水(盐度约为 24.0 及 16.0)组之间的差别却不明显,本文结果与之相似。

从上述结果看,在低盐度环境下饲养牙鲆仔鱼,仔稚鱼的体色白化率可以大大降低。但本试验未进行 16.0 以下的盐度试验。究竟哪一阶段的盐度可以使白化个体的出现率最低,还有待于进一步深入研究。

表 2 不同盐度条件下试验鱼体色类型的分布

Tab.2 Distribution of each colored type individuals of *Paralichthys olivaceus* under different salinity conditions

试验组	1(1)	1(2)	2(1)	2(2)	3(1)	3(2)	4(1)	4(2)	
存活数(尾)	524	480	418	623	724	699	1 099	736	
体色类型	1	86	89	98	151	421	463	716	459
	2	0	0	0	0	0	0	2	0
	3	0	0	0	0	0	0	1	0
	4	251	152	127	230	115	75	143	80
	5	112	143	110	94	92	84	121	82
	6	0	0	0	0	1	0	0	0
	7	0	0	0	0	2	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	75	96	83	148	93	77	116	105
白化率(%)	83.6	81.5	76.6	75.8	41.9	33.8	34.8	37.6	

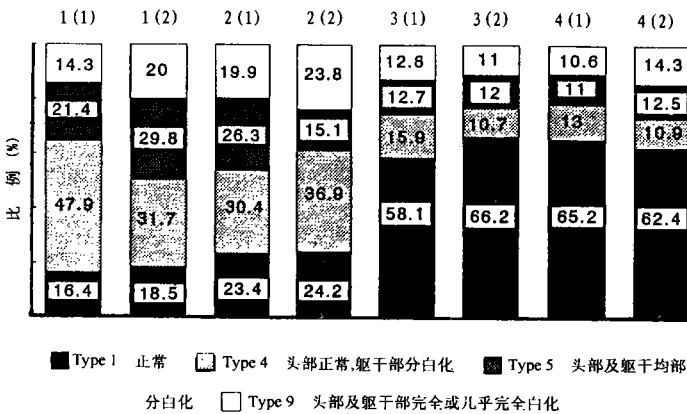


图 3 各试验水槽中试验鱼各体色类型的比例

Fig.3 Occurrence percentage of each colored type individuals of *Paralichthys olivaceus* in each experiment tank

1. 对照组, 盐度为 30.5—31.8; 2. 盐度为 26.0; 3. 盐度为 21.0; 4. 盐度为 16.0.

2.3 白化个体的类型

白化个体的类型如图 3 所示, 主要为 Type 4(头部体色正常, 躯干部部分白化), type 5(头部及躯干部均部分白化), Type 9(头部及躯干均完全或几乎完全白化)。而且白化的类型与盐度的变化没有密切的相关关系。在青海及下崎进行的饵料、水温等试验中,

另外或多或少地出现过上述3种以外的其他白化类型(图1),但在本文所述盐度试验中,这些类型基本没有或仅极个别出现(表2)。因此可以认为,白化个体的出现及白化类型的组合,是多种复杂因子相互影响的结果。

另外,根据一些学者的研究,对牙鲆皮肤中的色素合成起重大作用的酪氨酸酶,与体色形成有密切关系(青海忠久等,1983;青海忠久,1989¹⁾)。并认为在仔鱼F期,体色形成开始进行。因此,在这时期,在不同盐度的饲养环境中,比较仔稚鱼皮肤中酪氨酸酶的活性,也是今后一项有意义的研究内容。

3 结语

在海水盐度16.0—31.8的范围内;不同海水盐度对牙鲆仔稚鱼的生长没有显著的影响;在越低的盐度下,仔稚鱼呈现越高的存活率和越低的白化率;盐度26.0与21.0之间,可能是对牙鲆仔稚鱼的存活率及白化率具有重大影响的很有意义的盐度阶段。

参 考 文 献

- 日向野纯,安永义畅,1986,水工研报水产土木,1:33—39。
 青海忠久、渡边 武,1983,昭和58年度日本水产学会春季大会讲演要旨集,日本水产学会(东京),48。
 青海忠久、渡边 武,1986,昭和60年度健苗育成技术开发委托事业报告书,日本栽培渔业协会(东京),33。
 高桥庸一,1992,特别研究报告3号,日本栽培渔业协会(东京),4—50。
 Dannevig, A. and Hansen, S., 1952, Factors involved in hatching and rearing fish eggs and larvae, *Rep. Norwegian Fish. Marine Inv.*, 1:3—56。
 Seikai, T., Tanangonan, J. and Tanaka, M., 1986, *Nipon Suisan Gakkaishi*, 52:877—982。
 Shelbourne, J. E., 1974, *Sea Fisheries Research*, ed. by Jones, F. R. H., Elek Science (London), pp. 93—111。

EFFECTS OF SALINITY ON GROWTH, SURVIVAL RATE AND ALBINISM RATE OF THE LARVAE AND JUVENILES OF *PARALICHTHYS OLIVACEUS*

Wang Hansheng

(Fujian Fishery Research Institute, Xiamen 361012)

Abstract Seawater salinity's effects on growth, survival rate and albinism rate of larvae and juveniles of *Paralichthys olivaceus* were studied under laboratory condition. Fertilized eggs (spawned on Nov.19th 1993) were purchased and transported to the Fishery Research Laboratory of Kyushu University. The larvae hatched on Nov.20th and opened their mouths 3 days later.

Four different levels of salinity were set as follows: control (30.5—31.8), 26.0,

1) 青海忠久,1989,异体类人工种苗における白化个体の出現機構に関する研究,京都大学农学部博士学位论文。

21.0, 16.0. Duplicate tanks were established for each salinity level. Eight 100l transparent polycarbonate circular tanks inside a vinylid hothouse were used to culture 2 000 3-day-old larvae in each of them. The tanks' seawater temperature was 17.8—21.8°C; light density was controlled at 800—1 000 lx by curtains. Airstones, and flowing water were applied during culture of the larvae, fed on rotifers and *Artemia* naupli. The volumes of the air current, flowing water, and food, were increased appropriately in accordance with the growth of the larvae. The experiment period lasted 51 days (from Nov. 21th 1993 to Jan. 11th 1994). During the experiment period, 30 individuals were sampled every 7 days (every 5 days from Dec. 22th) to measure the total length of the fishes by profile projector after anaesthesia with MS-222. When the fishes completed metamorphosis and became benthonic (mean total length 18 mm), all were taken out, anaesthetized with MS-222 and preserved in 10% neutral formalin to calculate the numbers of the individuals of normal and abnormal in body color and compare the growth, survival rate and albinism rate. Survival rate (%) = $N_2 / (N_0 - N_1) \times 100$ (N_2 = No. of surviving ind.; N_0 = Beginning No.; N_1 = Sampled No.). The color types were distinguished as follows: Type 1: normal; Type 2: trunk normal, with head albinotic partly; Type 3: trunk normal, with head albinotic; Type 4: head normal, with trunk albinotic partly; Type 5: both head and trunk albinotic partly; Type 6: head all albinotic, with trunk albinotic partly; Type 7: head normal, with trunk all or almost albinotic; Type 8: head partly albinotic, with trunk all or almost albinotic; Type 9: both head and trunk all or almost albinotic.

The results showed that the mean total length of the fishes of each experiment tank was 18.7—20.2mm, no distinguished differences in statistics available ($P > 0.05$). The survival rates of the experiment fishes were as follows: Group 1: 26.9% and 27.3%; Group 2: 23.8% and 35.6%; Group 3: 41.2% and 40.2%; Group 4: 62.9% and 42.1%. The albinism rates were: Group 1: 83.6% and 81.5%; Group 2: 76.6% and 75.8%; Group 3: 41.9% and 33.8%; Group 4: 34.8% and 37.6%. The types of albinism could be basically classified into three types: type 4, type 5 and type 9. Other types of albinism did not exist or were not apparent.

The study showed that from salinity of 16.0 to 31.8: 1. different level of salinity had no notable effects on the growth of the larvae and juveniles of *Paralichthys olivaceus*; 2. the lower the salinity the higher the survival rate and the lower the albinism rate of the larvae and juveniles of the fish; 3. salinity from 26.0 to 21.0 may be the critical range causing notable differences in the survival rate and albinism rate of the juveniles of the fish.

Key words Salinity *Paralichthys olivaceus* Larva juvenile Growth survival rate Albinism rate