

海水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量及 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 对日本鳗鲡受精卵孵化率的影响*

王广军 谢 骏 潘德博

(中国水产科学研究院珠江水产研究所 农业部热带亚热带鱼类选育和养殖重点开放实验室 广州 510380)

关键词 日本鳗鲡, Ca^{2+} , Mg^{2+} , 孵化率

日本鳗鲡 (*Anguilla japonica*) 为降海洄游产卵鱼类, 它生于江河等淡水水域, 性成熟后要洄游到海洋中产卵, 幼体在海洋中发育变态成柳叶鳗随海水漂流到河口近岸, 并逐渐变态为白鳗苗进入江河生长^[1]。虽然王义强等 1980 年就对鳗鲡的人工繁殖有过报道, 但到目前, 日本鳗鲡人工繁殖尚未成功^[1, 5]。在日本鳗鲡人工繁殖过程中, 常用近海区的海水作为实验用水。谢刚等 1995 年对日本鳗鲡幼体发育所需海水的温度、盐度作了报道。但近海区由于受河流淡水的影响, 不仅盐度会有变化, 而且海水中一些主要离子含量也很不恒定, 从而影响到胚胎的正常发育。本试验通过对日本鳗鲡受精卵在不同 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度的配制海水中胚胎发育的研究, 旨在寻找到日本鳗鲡胚胎发育的最佳条件, 为今后鳗鱼的人工繁殖成功提供一些理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验是在中国水产科学研究院珠江水产研究所(深圳)鳗鱼人工繁殖试验点进行的。实验所用受精卵取自本试验点的亲鱼池, 亲鱼为专门饲养了 3 a 以上的池养鳗, 经人工催熟、催产后自行产卵, 产出后用抄网抄出用于实验。

1.2 实验条件

实验是在 5 L 的玻璃缸中进行, 每杯放 1 000 粒受精卵, 用小充气泵进行充气, 用自动控温仪控温, 保持温度在 22~23 °C。盐度固定为 32。定时观察、记录胚胎进入原肠期、孵化出膜的时间(第 1 尾鱼苗孵出的时间为准)和孵化率以及畸形率。各组均设 1 个平行组。

1.3 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 对鳗鲡受精卵孵化率的影响

实验用海水参照朱树屏 B 海水配方制成盐度为 32 左右的全人工海水。在此基础上调节 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量, 实验分 3 部分做: 第 1 部分保持 Ca^{2+} 含量在正

常的前提下, 调整 Mg^{2+} 的含量, 使 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ (R 值) 范围在 2.4~3.8 之间, 观察受精卵发育和孵化情况; 第 2 部分保持 Mg^{2+} 含量正常的前提下, 调节 Ca^{2+} 的含量, 使 R 值范围在 2.4~3.8 之间, 观察受精卵发育和孵化情况; 第 3 部分做 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 绝对含量对受精卵孵化率的影响, 即固定 R 值不变, 调节 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量。

Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的正常含量是根据朱树屏 B 海水配方, 参考大洋水中常量离子的含量变化范围, 折算成盐度为 32 时的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量, 分别为 375 ± 10 mg/L 和 $1\ 185 \pm 10$ mg/L^①。

2 结果

2.1 Mg^{2+} 的含量对孵化率的影响

从表 1 可以看出, 在 Ca^{2+} 含量一定的情况下, 随着 Mg^{2+} 含量的升高, 孵化率也逐渐升高。当 Mg^{2+} 的浓度达到 990 mg/L 时, 孵化率明显上升, 畸形率也明显降低; 但达到一定值以后, 孵化率又逐渐下降; 当 Mg^{2+} 的浓度超过 1 300 mg/L 时, 虽然孵化率下降的不是很快, 但孵出的幼体的畸形率却逐步升高。

2.2 Ca^{2+} 的含量对孵化率的影响(见表 2)

表 2 的结果表明, 随着 Ca^{2+} 含量的升高, 对孵化率的影响不是太大。但在低于 330 mg/L 或高于 450 mg/L 时, 孵化出膜的时间加长, 并且畸形率偏高。

2.3 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的绝对含量对孵化率的影响

保持水中 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 为 3.1, 调整 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 的绝对含量, 试验结果见表 3。

* 国家“九五”重点科技攻关资助项目 96008010101 号。
第一作者: 王广军, 出生于 1975 年, 学士, 研究实习生, 主要从事鳗鲡人工繁殖技术研究。E-mail: Wang_GJK@163.net

① 上海水产大学内部教材《海水化学》。

收稿日期: 2000-09-11; 修回日期: 2001-03-09

表 1 海水中 Ca^{2+} 的含量对日本鳗鲡受精卵孵化率的影响

Tab.1 Effects of Ca^{2+} concentrations in mixed water on hatching rate for the eggs of *Anguilla japonica*

实验组	Ca^{2+} 值 (mg/L)	Mg^{2+} 值 (mg/L)	R 值	孵化率(%)			畸形率(%)		
				I	II	平均	I	II	平均
1	380	912	2.4	52.1	49.3	50.7	24.4	22.1	23.3
2	380	988	2.6	83.8	80.6	82.2	13.4	14.2	13.8
3	380	1 064	2.8	84.1	86.5	85.3	9.2	11.0	10.1
4	380	1 140	3.0	90.4	90.8	90.6	6.8	7.2	7.0
5	380	1 216	3.2	92	92.5	92.3	7.0	5.6	6.3
6	380	1 292	3.4	90	94	92.0	11.5	10.0	10.8
7	380	1 368	3.6	86.6	88.6	87.6	15.6	16.4	16.0
8	380	1 444	3.8	80.0	83.6	81.8	25.0	24.3	24.7

表 2 海水中 Mg^{2+} 的含量对日本鳗鲡受精卵孵化率的影响

Tab.2 Effects of Mg^{2+} concentrations in mixed water on hatching rate for the eggs of *A. japonica*

实验组	Ca^{2+} 值 (mg/L)	Mg^{2+} 值 (mg/L)	R 值	孵化率(%)			畸形率(%)		
				I	II	平均	I	II	平均
1	492	1 180	2.4	80.0	79.2	79.6	24.5	23.6	24.1
2	454	1 180	2.6	84.9	85.5	84.9	17.8	18.9	18.4
3	421	1 180	2.8	85.0	84.6	85.4	15.3	15.5	15.4
4	393	1 180	3.0	90.4	92.8	91.6	10.2	9.5	9.9
5	369	1 180	3.2	90.0	91.6	90.8	6.5	7.1	6.8
6	347	1 180	3.4	89.3	87.5	88.4	8.2	9.3	8.8
7	328	1 180	3.6	82.2	84.2	83.2	14.3	16.0	15.2
8	311	1 180	3.8	61.8	62.0	61.9	22.7	24.0	23.4

表 3 Ca^{2+} , Mg^{2+} 的绝对含量对孵化率的影响

Tab.3 Effects of the absolute concentrations of Mg^{2+} and Ca^{2+} in mixed water on hatching rate for the eggs of *A. japonica*

实验组	Ca^{2+} 值 (mg/L)	Mg^{2+} 值 (mg/L)	R 值	孵化率(%)			畸形率(%)		
				I	II	平均	I	II	平均
1	500	1 550	3.1	65.4	62.2	63.8	66.7	69.4	68.1
2	460	1 426	3.1	85.0	86.2	85.6	75.6	81.0	78.3
3	430	1 333	3.1	92.0	94.8	93.4	65.0	68.9	67.0
4	400	1 240	3.1	94.2	94.0	94.1	70.0	62.9	66.5
5	380	1 180	3.1	93.5	93.7	93.6	52.3	59.0	55.7
6	360	1 116	3.1	93.0	92.2	92.6	61.8	63.0	62.4
7	330	1 023	3.1	88.8	90.0	89.4	65.9	55.0	60.5
8	300	930	3.1	88.3	88.9	88.6	54.3	52.0	53.2
9	250	775	3.1	89.3	86.5	87.9	54.8	67.6	61.2

当保持 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 正常时, Mg^{2+} , Ca^{2+} 的绝对含量对孵化率的影响基本无显著差异, 但对畸形率影响显著, 这与岳丙宜等人^[4]对乌鳢胚胎发育的研究结果相一致; 并且绝对含量高时, 对畸形率的影响加大, 这可能是因为破坏了 Ca^{2+} , Mg^{2+} 和海水中其他离子的平衡, 从而影响到 Ca^{2+} , Mg^{2+} 的存在形式, 不利于幼鱼体对其吸收利用。

3 小结与讨论

鳗鲡为降海回游性产卵鱼类, 一方面是亲鱼需要在海水中发育 (淡水中性成熟指数为 1%~2%), 另一方面是鳗鲡仔鱼的发育变态需要在有一定盐度的海水中进行, 谢刚等人 1995 年研究表明, 这一盐度范围为 15~35。作为海水主要阳离子成分的 Ca^{2+} ,

Mg^{2+} , 在这一发育变态过程中发挥着重要作用。施兆鸿等人研究表明: 缺少 Ca^{2+} 时, 受精卵在发育过程中畸形率增高, 胚盘收缩堆积成团, 细胞大小不一, 排列不规则, 这与 Ca^{2+} 在动物体内所起的作用有密切关系, Ca^{2+} 是控制细胞膜对其他离子和水渗透的一个重要离子, 同时对细胞之间的完整性负有责任。分布在血浆中的 Ca^{2+} (血钙) 对成骨作用极为重要。就本实验来看, Ca^{2+} 含量过高或过低时, 孵出的仔鱼畸形大多表现为脊柱弯曲变形等不良现象。而 Mg^{2+} 是新陈代谢过程中许多生化反应的辅酶。在细胞膜物质运输过程中具有重要意义的主动运输载体——Na 泵, 在缺乏 Mg^{2+} 时, 便不具有活性, 从而影响到机体的正常发育变态。

据臧维玲等 1995 年报道, Ca^{2+} , Mg^{2+} 绝对含量过高, 可能会破坏 Ca^{2+} , Mg^{2+} 和海水中其他离子的平衡, 使水环境发生变化。王慧等^[2] 研究表明, Ca^{2+} 浓度过高或过低, 均会影响中国对虾的生长, 但 Mg^{2+} 对中国对虾的生长要小得多。本实验研究表明, 在 R 值一定的情况下, Ca^{2+} , Mg^{2+} 绝对量对畸形率影响显著 (由于时间关系, 未能进行三者的正交实验)。因此, 在用近海区的海水进行鳗鲡人工繁殖试验时, 不仅要注意海

水的盐度、pH 值等, 还要注意海水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量及比值。就本实验结果来看: R 的范围应在 2.6~3.4 之间, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的范围分别在 330~450 mg/L 和 990~1 300 mg/L 之间。

参考文献

- 1 邓岳松, 林浩然. 埋植雄烯二酮一次诱导雄性日本鳗鲡性腺发育成熟的研究, 海洋科学, 2000, 24: 434~437
- 2 王慧, 房文红, 来琦芳. 水环境中 Ca^{2+} , Mg^{2+} 对中国对虾生存及生长的影响, 中国水产科学, 2000, 7(1): 82~86
- 3 吴善. 日本鳗鲡人工育苗的进展及问题分析, 水利渔业, 2000, 20(4): 4~5
- 4 岳丙宜, 宋学君, 张美婷. 不同水质盐度对乌鳢 (*Ophiocephalus argus* Cantor) 胚胎发育及仔鱼生长的影响, 河北渔业, 1998, 1: 6~8
- 5 Lin Haoran, Xie gang, Zhang Lihong et al.. Artificial induction of gonadal maturation and ovulation in the Japanese eel (*Anguilla japonica*, TETS.), Bull. Fr. Peche. Piscic., 1998, 349: 163~176

辅助参考文献

- 黄大明, 陈世群. 鳗鲡的生活史和人工育苗技术探讨, 动物学杂志, 1997, 32(3): 39~48

EFFECTS OF Ca^{2+} , Mg^{2+} CONCENTRATIONS AND Ca^{2+}/Mg^{2+} ON HATCHING RATES FOR THE EGGS OF *Anguilla japonica* REARED IN ARTIFICIAL SEA WATER

WANG Guangjun XIE Jun PAN De-bo

(Agriculture Ministry Key Laboratory Tropical and Subtropical Fishes Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Pearl River Fisheries Research Institute, Guangzhou, 510380)

Received: Sep. 11, 2000

Key Words: *Anguilla japonica*, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Hatching rate

Abstract:

Hatching rates of the embryos of *Anguilla japonica* were tested in artificial sea water with different concentrations Ca^{2+} , Mg^{2+} and different Ca^{2+}/Mg^{2+} (R). The results show that when salinity is suitable, the concentrations of the Ca^{2+} , Mg^{2+} must be reached a certain volume in order to get high hatching rate. The suitable concentrations of Ca^{2+} , Mg^{2+} are 330~450 mg/L and 990~1 300 mg/L respectively, and R is 2.6~3.4.

(本文编辑: 刘珊珊)