

# 汞、锌、铅对黑鲷胚胎发育的影响

孙耀 陈超

(中国水产科学院黄海水产研究所)

**提要** 本文就汞、锌、铅3种重金属对黑鲷胚胎(包括前期仔鱼)发育的影响进行了研究和讨论,并与铜对黑鲷胚胎发育的影响作了比较。黑鲷卵和前期仔鱼对上述4种重金属的敏感顺序是:汞>铜>锌>铅。初孵仔鱼对汞及胚孔封闭前的发育卵对铜较其它发育阶段更为敏感。初孵仔鱼和脊椎形成前的卵对锌、铅都比较敏感,但大大低于对铜和汞的敏感程度。值得注意的是:在脊椎形成后至孵化前的胚胎发育期间,卵对4种重金属的敏感性都远较胚胎发育的其它阶段低。汞、铅对黑鲷的胚胎发育有较明显的迟滞效应。高浓度的锌和铅引起大量初孵仔鱼的畸变,而在含汞海水中,在胚胎直至前期仔鱼的发育期间无畸变现象发生。

鱼类早期发育阶段的胚胎期和仔鱼期对重金属污染最敏感<sup>[3,8-10]</sup>。曾有人强调了在生物一生中敏感阶段进行毒性实验的重要性<sup>[4]</sup>,并建议把脊椎动物的胚胎对重金属的敏感性做为建立水质标准的基础<sup>[2]</sup>。目前,这方面的工作虽然不多,仅能提供有限的关于重金属对鱼类自然种群所造成的影响等信息,但是,这些信息在用生态模拟技术预报污染物质引起的可能公害,以及建立水质标准时却非常有用。

本文就汞、锌、铅对黑鲷胚胎(包括前期仔鱼)发育的影响进行研究和讨论。

## 一、材料和方法

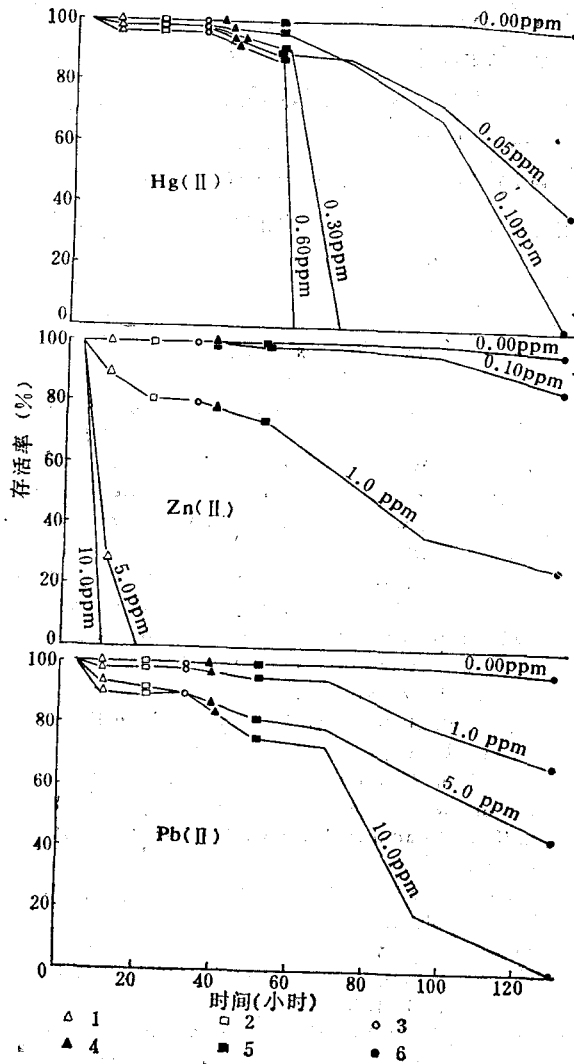
1986年5月中旬,在青岛地区沿海用定置网捕获性成熟亲鱼,按雌雄比为1:2的尾数放入实验室内6m<sup>3</sup>的水泥池中暂养,在室温、流水的条件下,自然排卵受精。收集到的受精卵置于恒温至20±1℃的海水(S‰=31)中,待卵发育至4—32细胞时,用解剖镜选择发育正常、整齐的卵,分别用浓度范围为0.05—0.60ppm含汞海水、0.10—10.0ppm的含锌海水和1.0—10.0ppm的含铅海水处理;设平行组和未

经重金属海水处理的对照组,各组的实验个体数均为30个。通过解剖镜或显微镜观察胚胎发育情况以及汞、锌和铅所引起的畸变和迟滞效应。采用静水实验法,每12小时换水9/10以上,及时清出死亡卵和仔鱼。实验用海水经沙滤、沉淀后,用N-103号筛绢过滤。实验含汞、锌和铅海水均由其浓度为1.00×10<sup>-2</sup>g/mL的贮存液配制,且用时现配。由于海水中汞、锌和铅的本底浓度相对实验浓度较低,可以忽略不计。

## 二、结果

在含汞、锌、铅海水组和对照组中,黑鲷胚胎期(4—32细胞)至前仔鱼期(卵黄囊消失)发育阶段各主要发育期的存活率见图示。其中,对照组的卵100%的发育至孵化,仅在仔鱼的卵黄囊接近消失时,存活率有微小的降低;在各浓度组的含汞海水中,发育到脊椎形成和破膜前的卵存活率均高于95%,并有高的孵化率(>86%,见表)。孵化后仔鱼的存活率下降趋势出现跃变,0.60ppm和0.30ppm组中的仔鱼在孵化当天全部死亡;0.10ppm组中的仔鱼在

其卵黄囊消失前, 存活率逐渐下降直至全部死亡; 0.05ppm 组的仔鱼发育到卵黄囊消失时, 存活率也下降至 37%; 在含锌海水中 10.0ppm 组中的卵发育至脊椎形成前全部死亡; 5.0ppm 组中仅有 17% 的卵发育到脊椎形成, 并且卵内组织表面粗糙, 有不同程度的收缩, 发育至视囊



含 Hg(II)、Zn(II)、Pb(II) 海水中胚胎和前期仔鱼的连续观察及其几个主要发育阶段的存活率图  
1. 原肠期, 2. 晶体出现期, 3. 破膜前期, 4. 孵化 50%, 5. 初孵仔鱼, 6. 卵黄消失仔鱼。

Fig. Effect of different concentration Hg(II), Zn(II), Pb(II) seawater on embryos, earlier stage larvae and their survival rates

在含 Hg(II)、Zn(II)、Pb(II) 海水中, 黑鲷脊椎形成、骨骼畸形和孵化率(%)表

Tab. Percentages of axis formation, skeleton malformation and servival of black progy exposed to Hg(II), Zn(II), Pb(II) seawater

重金属	浓度 (ppm)	脊椎形成 (%)	骨骼畸形 (%)	孵化率 (%)
汞	0.05	98	2	98
	0.10	98	0	90
	0.30	97	7	86
	0.60	98		92
锌	0.10	100	5	98
	1.00	93	51	77
	5.00	17		0
	10.00	0		0
铅	1.00	98	2	96
	5.00	92	45	82
	10.00	95	61	75
对照组		100	0	100

期后全部死亡; 1.0ppm 组中脊椎形成前的卵和孵化后的仔鱼的存活率下降幅度较大, 而 0.10 ppm 组中卵和仔鱼始终保持高的存活率。各浓度组的含铅海水中, 在脊椎形成到破膜前和孵化后约 20 小时的发育中, 存活率几乎无变化。除此以外, 各期中存活率均有较大幅度的下降, 其中 10.0ppm 组在仔鱼卵黄囊消失前全部死亡。

如果以卵孵化 50% 所用时间作为衡量 3 种重金属对黑鲷胚胎发育影响的尺度, 从图可看出: 汞和铅的迟滞效应较明显, 并随其浓度的增加滞后的时间增长; 锌对黑鲷胚胎发育的迟滞效应不明显, 这也许与实验中采用锌的浓度间隔过大、没能充分体现锌的迟滞效应有关。

当卵发育到脊椎形成后, 在显微镜下定时检查对照组和含汞、锌、铅海水中胚体与大脑的发育情况, 始终没发现畸变。孵化后当天检查仔鱼的骨骼畸变的结果表明: 对照组的仔鱼中无畸变现象; 含汞海水中仅有个别仔鱼尾尖或尾骨有轻度弯曲; 0.10ppm 的含锌海水和 1.0 ppm 的含铅海水中的仔鱼畸变率也很低, 而在

含高浓度的锌、铅海水中的仔鱼中,则发现有高的畸形率(见表),其中部分畸变仔鱼的脊椎或尾骨严重弯曲和短化。含锌、铅海水中前期仔鱼的死亡,常常伴随着这种严重畸变的现象发生。

凡是能够在含锌海水中继续发育的卵,其卵膜的透明程度相对对照组无变化。

### 三、讨 论

卵膜是鱼类胚胎发育过程中胚胎与外界环境隔开的主要屏障,由于各种污染物穿过卵膜的能力不同,从而表现出不同的毒性差别。我们对黑鲷的实验结果表明:胚孔封闭以前,含铜海水中卵的存活率大幅度下降,此后各期直至仔鱼的卵黄囊消失,存活率基本上保持稳定<sup>[4]</sup>;而在含汞海水中,从实验起直到孵化,始终保持高的存活率,刚刚孵化后的仔鱼存活率则出现突跃式下降。由此可以推断,在胚胎至前期仔鱼的发育过程中,黑鲷对铜和汞敏感的阶段有所不同,似乎胚孔封闭前的卵对铜、孵化后的仔鱼对汞较其它发育阶段更为敏感;而锌和铅对胚孔封闭前和孵化后卵的影响则介于铜和汞之间,存活率也有较大的下降,但下降幅度大大小于铜和汞受试组。应该注意的是:汞、铜、锌、铅4种重金属都对黑鲷原肠胚,直至孵化期间卵的存活率影响很小。在胚胎至前期仔鱼的发育过程中,黑鲷对上述重金属的敏感程度是汞>铜>锌>铅。

Weis 和 Swedmark 等人曾分别研究了汞、铅、锌对太平洋鲑和鳕鱼胚胎发育的影响<sup>[5,6]</sup>,他们发现:汞使得太平洋鲑胚胎的大脑发育缺陷而引起眼杯之间相互接近,甚至形成独眼,更严重时则无大脑形成;铅和锌则分别引起太平洋鲑和鳕鱼大量初孵化仔鱼的不同程度的骨骼畸变。同时也发现:汞、铅、锌对鱼类的胚胎发育速度有不同程度的迟滞效应。铅和锌也同样使大量黑鲷初孵化仔鱼的骨骼发生畸变,令人诧异的是:黑鲷胚胎(包括前期仔鱼)在含汞海水里的发育过程中,除因浓度过高致

死和极个别仔鱼尾骨轻度弯曲外,无大脑和其它部位的畸变发生。由于重金属在胚体内积累并影响胚胎发育及致使胚胎畸变需达到一定浓度并需要一定的时间,因此,黑鲷胚胎发育时间较短可能是汞没有引起其畸变的主要原因。也许是出于同样的原因,浸浴在含锌海水中的黑鲷卵的卵膜,不像鲑鱼卵的卵膜一样在浸浴期间转变成不透明状态<sup>[7]</sup>。

在污染环境,也许在卵形成期间亲鱼体内就已积累了大量重金属,卵受其影响,并在产卵前暴露于其中,造成可能比仅在胚胎发育期更严重的影响。因此,知道污染物在一种生物生命循环所有过程中造成的影响,对于建立更切合实际的安全浓度是重要的。

### 参 考 文 献

- [1] 孙耀等, 1987. 铜对黑鲷早期发育的影响, 海洋科学 4: 47—51.
- [2] Birge, W. M. and J. J. Just, 1973. Sensitivity of vertebrate embryos to heavy metals as a criterion of water quality, Ky. water Resour. res. rep. 61, 20.
- [3] Christensen, G. M., 1975. Biochemical effect of methylmercuric chloride, cadmium chloride and lead nitrate on embryos and alevins of the brook trout, *Salvelinus fontinalis*, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 32: 191—197.
- [4] Hynes, H. B. N., 1970. The biology of polluted waters, Unis. Toronto press, Toronto, Can. 502.
- [5] Juetith S. Weis and Peddrich weis, 1977. Effects of heavy metals on development of the killfish, *Fundulus heteroclitus*, *J. Fish Biol.* 11: 49—54.
- [6] Martha swed mark and Ake granmo, 1981. Effects, of mixtures of heavy metals and a surfactant on the development of cod (*Gadus morhua*), *Rapp.P.—V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 178: 95—103.
- [7] O'Rear, C. M. JR., 1972. The toxicity of zinc and copper to striped bass eggs and fry with methods for providing confidence limits, Southeast. Assoc. game fish Comm., 26th Annu. Conf. 484.
- [8] Pickering, Q. H. and M. H. Gast, 1972. Acute and chronic toxicity of cadmium to fathead minnow (*Pimephales promelas*), *J. Fish. Res. Board Can* 29: 1099—1106.
- [9] Richard P. Cosson and Jean-Louis M. Martin. 1981. The effects of copper on the embryonic

- development, larvae, alevins and juveniles of *Dicentrarchus Labrax*(L.) Repp. P.—V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178: 71—75.
- [10] Skidmore, J. F., 1965. Resistance to zinc sulphate of zebrafish (*Brachy danio rerio*) at different phases of its life history. *Aun. Appl. Biol.* 56: 47—53.

## EFFECTS OF Hg, Zn, Pb on EMBRYONIC DEVELOPMENT OF BLACK PROGY, SPARUS MACROCEPHALUS BASILEWSKY

Sun Yao and Chen Chao

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences)

### Abstract

This paper discussed effects of Hg(II), Zn(II), Pb(II) as well as that of Cu(II) on embryonic development of black progy, including earlier stage larvae. The sequential sensitivity of the four heavy metals is  $Hg > Cu > Zn > Pb$ . mercury sensitivity of larvae just hatched and copper sensitivity of eggs before closure of the blastopore is higher than other development stages. Zinc and lead sensitivity are also higher during the two stages, but much lower than copper and mercury. All of the four heavy metals sensitivity of eggs from closure of the blastopore to hatching is lower than other development stages. Mercury and lead obviously retarded embryonic development. High concentration Zn(II) and Pb(II) caused skeleton malformation of lots of larvae which had just hatched, but Hg(II) produced no malformation during all embryonic and earlier stage larvae development.