

牙鲆苗种大规模培育*

杨纯武 阮洪超 黄瑞东

(中国科学院海洋研究所)

牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 是鲽形目鱼中的一种经济鱼类,具有生长迅速、繁殖力强、肉质鲜美等优点,为我国北方人民所喜爱食用。目前日本已把它作为重要的养殖对象。

早在五十年代末期,我所脊椎动物研究室就开展了牙鲆人工育苗的研究,并取得实验性育苗的成功^(1,2)。

从1983年开始,我们在过去研究的基础上,开展了牙鲆苗种大规模培育试验。主要目的是通过大规模的育苗,获得比较完善的育苗工艺流程和技术指标,利用这些工艺和技术培养牙鲆鱼苗渡过躲避敌害能力差的浮游期,达到变态完成,成为增殖放流的苗种,从而向胶州湾增殖放流。

经过两年的试验,虽然有的问题尚待解决和提高(如鱼病、人工饵料、营养生理等),试验基本获得成功。1983年获得初孵仔鱼100万尾,由于育苗水体有限(实用水体仅30米³),只能利用其中40余万尾作进一步的苗种培育,继而培育出一个月鱼苗20余万尾(平均全长13.0毫米),两个月苗种10余万尾(平均全长22.0毫米),其中15000尾(平均全长41.8毫米)供胶州湾放苗。还有近2000尾大规格苗种(平均全长120.2毫米)供挂牌放流用。1984年又获得初孵仔鱼150余万尾,同样原因,也仅利用40余万尾进行育苗,培育出一个月鱼苗21万余尾(平均全长14.8毫米),两个月苗种12万余尾(平均全长40.0毫米),为满足标志放流的需要,还培育了三个半月的苗种3万余尾(平均全长88毫米),其中7000余尾较大规格的苗种(平均全长162毫米)供标志放流之用。

根据两年来的育苗工艺流程和技术,我们认为已经可以进行生产性大量育苗。

一、亲鱼的选择和采卵

正常年份在胶州湾为4月下旬到5月中下旬前后,雌鱼性腺达到Ⅲ期末至Ⅴ期。4月中、下旬开始捕亲鱼,运回室内暂养。考虑到成熟亲鱼耗氧量大,暂养密度不宜过大,每立方米水体放2—3尾,并不断换进新水。使用的亲鱼全长一般为48.0—80.0厘米,体重一般为1250—7000克。一般无须注射排卵激素就可以达到成熟排卵。当水温达到10.5℃时,有的亲鱼开始排卵(1984年4月28日)。当水温达14—16℃时出现排卵盛期。牙鲆属分批产卵的种类。在产卵季节,一尾雌鱼分几次产卵。一尾雌鱼一次排卵4—45万粒,平均约为15万粒。一尾雌鱼我们最多采过三次卵。主要采用人工授精的方法获得受精卵,受精率一般在50%左右,最高达到94%。

二、受精卵孵化

一般采用静水孵化,也可用孵化桶进行流水孵化。根据试验,静水孵化水温在13—18.5℃,及时清除坏死卵子,密度为每平方毫米

* 本文承杨纪明、董金海等同志审阅;青岛海水养殖一场为实验提供了人力和场地条件;我所鱼类脊椎动物研究室生态二组提供了牙鲆亲鱼;初忠藻同志参加了亲鱼和鱼苗活饵料的运输和采购;田凤琴和尤锋同志参加了部分实验工作;均此一并致谢。中国科学院海洋研究所调查研究报告第1258号。

0.13个卵子, 孵化率可达80%以上。大面积的孵化, 孵化率可达74%。根据资料, 牙鲆卵子在7—27℃均可孵化^[1], 过高或过低, 效果不好。我们的实验一般控制在14—16℃之间, 超过20℃或低于12℃, 效果较差。受精卵在11—12℃水温范围内, 要6天才能孵出仔鱼, 而且孵出畸形仔鱼多。超过20℃, 没受精和坏死的卵容易长霉变质, 使水质变坏, 影响孵化。孵化速度和温度的关系见表1。

表1 温度与孵化速度的关系

水温 (℃)	孵化所需时间 (小时)
11.5—13	145
14	92
15.5	76
16	73
17	61
20	52

三、苗种培育

1. 水池: 使用的水槽有水泥池和玻璃钢槽。水泥池有圆形的规格为1.8立方米; 椭圆形为2.3立方米; 长方形的, 为3.5立方米、3.7立方米和8.4立方米。水深为0.5—0.8米。玻璃钢槽方形的, 规格为4立方米; 圆形的, 为8立方米。水深1米和1.2米。

2. 日常管理和水质条件: 根据牙鲆苗发育不同阶段, 相应地规定合理的投喂次数。投活饵料时, 一般每天投喂3—4次; 投死饵料, 每天二次。投喂完毕, 必须及时吸清池底的残饵和脏物。充气、换水、清污, 这是保持良好水质不可缺少的环节。育苗池的流量随鱼苗的生长而加大。早期阶段, 在鱼池清除脏物后补充少量新鲜水就行了。培育鱼苗将近一个月, 开始流水, 但流量很小。就4—5立方米水槽而言, 每小时流量3—10升即可。鱼苗变态完成以后, 每小时流量增至100—200升。三个月以后, 每小时流量加大到500—1000升。溶解氧保持在4.8毫升/升以上。以培养109天的苗种为例, 当水温为26℃、水体中

溶解氧低于3毫升/升时, 牙鲆苗种呼吸急促, 几乎所有苗种离开池底游到水体的中上层, 作不规则的窜动。这说明出现了苗种缺氧“浮头”现象。经过换水充气, 水体溶解氧达到4.8毫升/升时, 苗种逐渐平静下来, 回到池底, 恢复正常状态。根据实验结果, 我们决定整个育苗过程的水温在13—26.8℃, 盐度为27.70—34.18‰, pH值为8.0—8.7, 水体溶解氧为4.8—8.3毫升/升。

育苗过程中, 当饵料供应不足时, 发生大小鱼的“两极分化”。1983年, 在青岛海水养殖一场育苗过程中, 我们已观察到近两个月的苗种, 由于饵料没有及时由卤虫幼体转换为卤虫成体, 因饥饿引起苗种发生“自残现象”。有1—2个培育池的苗种因互相咬伤, 致使全池苗种死伤过半。鉴于此, 1984年对大小苗种进行了分池管理, 并及时更换饵料种类, 咬伤吞食现象大大减少。

在苗种管理中, 我们还发现在育苗池中由于死饵料残骸和苗种粪便的积累, 造成原生动物(特别是纤毛虫类)的大量滋生, 对变态完成后的苗种侵害十分严重, 以致引起苗种大量死亡。用2ppm的高锰酸钾抑制了纤毛虫的侵害作用。目前的办法是彻底清池, 将牙鲆苗种在30—40ppm高锰酸钾溶液中浸泡二分钟后, 转入干净水槽进行培育, 其效果较好。我们认为, 最根本的办法应该是加强海水的过滤系统以及平时对培养池的清洁管理工作, 减少原生动物繁殖滋生的条件。

3. 单位产苗数量及成活率: 投放初孵仔鱼密度每立方米水体3181尾到38220尾, 一般是15000—38000尾。培育一个月的鱼苗, 单位产量可达每立方米13800多尾, 成活率为50.40%, 全长为13.0—14.8毫米; 培养两个月的苗种, 单位产量每立方米1100尾到7500尾, 平均约4128尾, 成活率为19.56—34.15%, 平均27.19%, 全长为19.0—47.9毫米; 培育三个半月的苗种, 成活率为30.08%, 全长为87.9毫米(表2)。二个月以后的苗种, 其阶段成活率比较高, 由74.56—97.15%(表3)。在室内完全可以过

冬 (最低水温为 7℃), 成活率可达 100%。

据日本培育 35 天的牙鲆鱼苗, 平均全长为 15.1 毫米 (13.2—19.0 毫米), 每立方米水体单位生产量为 13108 尾, 成活率为 71.5%^[3,4]。1983 年, 我们培育的 33 天鱼苗, 平均全长为 13.0 毫米 (11.0—14.4 毫米), 每立方米水体

单位生产量为 13885 尾, 成活率为 50.40%。日本将孵后 35 天的鱼苗培育至 64 天的苗种, 在陆上水槽里的苗种平均全长为 30.9 毫米, 阶段成活率为 72.51%^[4]。1984 年, 把孵后 30 天的鱼苗培育至 64 天, 其平均全长为 47.9 毫米, 阶段成活率为 59.25%。由此可看出, 我们培育一

表 2 鱼苗培育单位生产量及其成活率

时 间 (年)	鱼池水体 (米 ³)	放苗数 (尾)	放苗密度 (尾/米 ³)	培育 天数	出苗数 (尾)	单位生 产量 (尾/米 ³)	成活率 (%)	全 长 (毫米)	体 重 (克)
1984	0.12	800	6667	31	461	3842	57.63	14.8 (12.9—16.0)	30.8 (22.5—38.2)
1983	3.5	96404	27544	33	48596	13885	50.40	13.0 (11.0—14.4)	
1983	3.7	58101	15703	54	11365	3072	19.56	19.0 (17.0—22.5)	
1983	4.0	103414	25854	60	30000	7500	29.01	21.0 (18.0—24.0)	
1983	1.8	33422	18567	62	8706	4837	26.04	22.0 (17.0—29.0)	
1984	3.0	9688	3229	65	3308	1103	34.15	47.9 (41.0—57.0)	770 (380—1340)
1984	3.5	89808	25659	72	15711	4488	17.49		
1984	3.7	141414	38220	77	17942	4849	12.69		
1984	3.0 7.3	9543	3181	107	2871	393	30.08	87.9 (64.0—126.0)	6640 (2510—19400)

表 3 二个月后的苗种阶段成活率 (1984)

发育 天数	放苗数 (尾)	水体 (米 ³)	放苗密 度 (尾/米 ³)	培育 天数	存活数 (尾)	单位 生产 量 (尾/米 ³)	成活率 (%)
65	3259	4.0 7.0	814	42	2871	410	88.10
75	1274	4.0	318	66	950	238	74.56
106	509	1.8	283	33	403	224	79.17
112	633	4.0	158	25	582	146	92.00
112	1369	4.0	342	31	1330	333	97.15

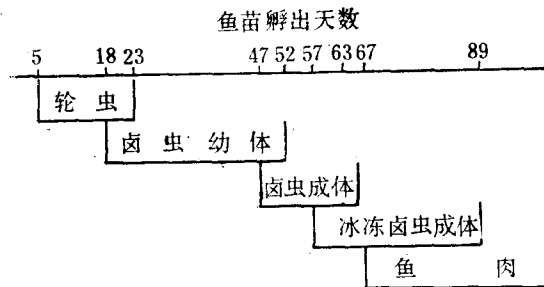
至二个月的牙鲆鱼苗, 从生长、成活到培苗单位产量, 已经达到或接近日本的培苗水平。

4. 饵料: 整个培育过程使用的饵料有褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*), 卤虫 (*Artemia salina*) 幼体、卤虫成体, 冰冻卤虫成体, 鱼肉。两年来, 对几种饵料的投喂程序和鱼苗各发育阶段的日摄食量做了较深入的试

验, 初步确定了给饵种类程序和鱼苗各发育阶段的供饵量系列。

(1) 给饵种类程序: 牙鲆鱼苗从开口摄食到长成大规格苗种, 对饵料有一个从小到大逐步选择适应又逐步淘汰的过程, 也就是有一个食性转换的过程, 从两年的培苗投喂情况, 我们可以总结如下的规律: 仔鱼孵出 5—7 天左右就开口摄食, 开始投喂轮虫, 一直投喂到 23 天, 投喂时间为 17—19 天; 从孵出 18 天开始投喂卤虫幼体, 投喂到 52 天, 共投喂 35 天; 从孵出 47 天开始投喂卤虫成体, 投喂到 63 天, 共投喂 17 天; 从孵出 57 天开始投喂冰冻卤虫成体, 投喂到 89 天, 共投喂 33 天; 从孵出 67 天开始投喂鱼肉, 一直到标志放流。给饵种类程序见下图。

及时投饵和更换饵料种类, 不仅可以减少或防止鱼苗的“两极分化”和“自残现象”,



给饵种类程序图

而且对鱼苗的成活及生长也很重要。从试验观察, 孵出仔鱼到了开口摄食而不投饵, 饥饿超过三天, 成活和生长均受影响。从投喂活饵料转为投喂死饵料的冰冻卤虫成体和鱼肉, 苗种对死饵料有一个逐渐适应的过程, 开始只有部分苗种摄食死饵, 经过几天, 大多数才适应过来。当多数苗种已经适应时, 就应及早停止投喂活饵, 否则, 适应时间就会拖长。所以适时地诱导苗种转换饵料种类是必要的。还要定时投喂, 养成苗种集群争食饵料的习惯, 这样, 不仅苗种摄食较好, 而且可以大大减少饵料的

浪费。随着苗种的生长, 躲避敌害的能力逐渐增强, 苗种受惊现象也有所增加。所以要保持育苗环境的安静。尤其是投饵前, 应尽量减少对苗种的干扰, 否则, 会引起苗种因受惊而不食。

(2) 鱼苗各发育阶段的供饵量: 给饵种类程序只能解决鱼苗各发育阶段饵料种类转换的问题。为要掌握供饵量, 两年来, 我们作了大量的试验, 找出了鱼苗不同发育阶段的日摄食量, 为生产性苗种培育提供了科学依据。从表4可以看出: 孵出17—18天的鱼苗, 日摄食轮虫量为5.25毫克; 孵出一个月左右的鱼苗, 日摄食卤虫幼体为10.58—18.50毫克; 孵出两个月的苗种, 日摄食卤虫成体将近300毫克; 孵出三个月的苗种, 日摄食卤虫成体约为700毫克; 三个半月的苗种, 日摄食鱼肉将近900毫克; 五个月的苗种, 日摄食鱼肉约2克; 六个月的苗种, 日摄食鱼肉近3克。从表4还可以看出, 日摄食量随鱼苗孵出天数的增加而增

表4 鱼 苗 各 阶 段 的 日 摄 食 量

试验日期 (年.月.日)	鱼苗全长 (毫米)	鱼 苗 体 重 (毫克)	孵出天数	投 饵 种 类	鱼苗总摄 饵 量 (毫克)	试验 鱼数 (尾)	鱼苗日摄 食 (毫克/ 每尾)	日摄 食率 (%)	试验平均 水 温 (℃)
83.5.16	6.8	1.20	17—18	轮虫	530	101	5.25	433	20.5
—5.17	(5.70—7.70)	(0.60—2.50)		卤虫					
83.5.23	9.90	6.10	24—25	幼体	1100	104	10.58	173	20.62
—5.24	(8.20—11.50)	(3.10—9.00)		成体					
83.6.2	14.20	18.00	34—35	幼体	1110	60	18.50	103	21.26
—6.3	(12.30—16.20)	(9.00—25.00)		成体					
84.7.6	35.60	330.00	60—61	成体	16000	60	266.67	82	22.00
—7.7	(27.80—44.30)	(140.00—550.00)		成体					
84.7.12	36.50	510.00	60—61	成体	75700	285	265.61	52	22.90
—7.13	(26.00—47.00)	(290.00—940.00)		成体					
84.8.1	59.20	1570.00	86—87	成体	21500	30	716.67	46	24.93
—8.2	(44.00—78.00)	(600.00—3370.00)		成体					
84.8.20	87.90	6640.00	105—106	鱼肉	2500000	2871	870.78	13	26.20
—8.21	(64.00—126.00)	(2510.00—19400.00)		鱼肉					
83.9.26	91.90	7930.00	146—147	鱼肉	43200	20	2160.00	27	25.00
—9.27	(77.00—105.00)	(3430.00—11610.00)		鱼肉					
83.10.26	121.10	21480.00	176—177	鱼肉	390000	314	2834.39	13	17.77
—10.27	(87.00—157.00)	(7200.00—43500.00)		鱼肉					

加，而日摄食率 $\left(\frac{\text{日摄食量}}{\text{鱼苗体重}} \times 100\%\right)$ 却随鱼苗孵出天数的增加而有减少的趋势。

找出了牙鲆鱼苗各发育阶段的供饵量系列，就使牙鲆育苗工作能够作到有计划地安排和供给各种饵料的数量，减少了育苗工作的盲目性，为今后的工厂化育苗提供了资料。

对于刚开口摄食的鱼苗，由于游泳和捕食能力不强，除了要了解日摄食量外，保持水体中一定的饵料密度也是比较重要的。根据试验，每毫升水体中一般至少保持 2—3 个轮虫

的密度。

参 考 文 献

- [1] 张孝威等, 1965. 牙鲆和条鳎卵子及仔稚鱼的形态观察. 海洋与湖沼 7 (2): 158—174.
- [2] 吴佩秋等, 1980. 牙鲆人工繁殖和育苗. 海洋湖沼通报 1: 46—51.
- [3] 平本义春, 1981. ヒラソの种苗生产采卵から稚魚の飼育まで. 养殖 1: 54—58.
- [4] 平本义春等, 1982. 牙鲆苗种生产技术的研究 II. 在容量 10 立方米水槽中饲养仔鱼. 韩书文译. 国外水产 2: 19—25.

LARGE SCALE CULTIVATION OF SEEDLING OF FLAT-FISH,

Paralichthys olivaceus

Yang Chunwu, Ruan Hongchao and Huang Ruidong

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

Methods are described for large scale culture of flat-fish, *Paralichthys olivaceus* beyond metamorphosis; the works were carried out in 1983—1984. The aim of culture was for stocking Jiaozhou Bay near Qingdao. Concrete and glass-fibre tanks used for rearing ranged in capacity from 1.8 to 8 kl. Fish with gonads in an advanced stage of maturation were caught in April and May by trawling net and returned to laboratory. Eggs were obtained by hand-stripping. Feeding was established on rotifers (*Brachionus plicatilis*), *Artemia* nauplii and chopped fishes. The yields of one-month-old and two-month-old seedling were 13000/kl and 4128/kl, survival rates 50.40% and 27.19% respectively. Some 24000 seedlings, of them 9000 tagged, were released into Jiaozhou Bay.