

牙鲆早期阶段存活率研究

吴光宗 张 英

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

在牙鲆大规模苗种培育生产中, 如何有效地提高鱼苗存活率, 已成为国内外极为关注的课题, 为此, 深入研究牙鲆早期阶段变态的发生与完成, 变态中的系列变

化, 以及伴随变态中的死亡高峰期——“危险期”的确立, 致因和对策等关键技术环节, 就显得尤为重要。这一环节的攻克, 无疑对鱼苗存活率的提高, 将是十分有利的。作者在执行“胶洲湾水产开发技术研究”的科研项目

海洋科学, 1993年1月, 第1期

中,对此作了研究,现将结果报告如下,以供参考。

1 材料与方 法

1990年5月12和14日,两次在山东红岛西大洋进行现场采卵和人工授精(气温为17.5℃,水温14.9℃,盐度32.00)。授精卵分装3个尼龙袋(150g/袋),由汽车运回室内(2.5h,未充气运输)。

回室后,授精卵经两次清洗,筛选、称重和计数(1300粒/g),分成5组于室外玻璃钢水槽内,静水孵化,孵化和培育用海水皆经消毒,过滤。其中I~IV组的水体为 $7.50\text{m}^2 \times 1.05\text{m}$ (7.88 m^3),V组为 $4.45\text{m}^2 \times 1.18\text{m}$ (5.25 m^3)。室内辅以20000ml的圆玻缸,投卵1000粒,进行小型培育对照实验。

实验期间,观测每天的温、盐、氧、光的变化值(08:00观测)。并每天镜检卵胚及鱼苗的发育状况。在各发育阶段结束时,计数各水体苗种的数量变化和取样30尾进行生物学测定。

2 孵化与培育结果

2.1 采卵、授精与孵化

两次现场人工授精,采到授精卵464,共计数为904800粒。经运输和筛选后,其中优质授精卵为603200粒,占总卵量的66.7%。卵质表明,作为牙鲆大规模育苗生产,采用现场人工授精,不仅具有节省经费,对亲鱼选择性强的优点,而且不受卵量的限制,但应指出的是掌握牙鲆生殖盛期采卵、授精,改进受精卵的装运技术,是保证卵质和提高存活率的基本条件。实验中由于采卵时间处于湾内牙鲆的生殖末期,加之卵在装运过程中没有充气,使其出现较高的死卵率,这与1980~1992年日本新潟县的卵的运输实验结果一致(死卵率为24.3~37.1%)。

在I~V组的各孵化、培育水体中,受精卵的投放密度分别为15178粒/ m^3 ,19137粒/ m^3 ,13198粒/ m^3 ,16498粒/ m^3 和18819粒/ m^3 平均密度为16566粒/ m^3 (表1)。对于10 m^3 以下的培育水体,各组受精卵的投放密度是较适宜的。长期以来,国内外都在探讨牙鲆育苗中的最适投卵密度。实验表明,布卵密度的确立,应以卵的授精率,孵化率,仔、稚鱼生长发育状况,培育水体底面积的大小,光照强度以及底面所能允许的变态后着底生活的苗体的最大容纳量,水体的最大交换能力等多种因素进行考虑,否则,将会出现因密度过大导致死亡,或过稀浪费水体的现象。

牙鲆受精卵的孵化水温范围较广,10.0~24.0℃范

围内皆能孵化,也有报道为7.0~27.0℃,但较适宜的孵化水温应在14.0~19.0℃,尤以15.0℃左右为最佳。实验各组的孵化温度波动在15.0~17.0℃之间,盐度为33.00~33.50℃,水中含氧量为6.0~11.0mg/L。在此条件下,各组受精卵经53.8~58.8h后,仔鱼孵出。当水温为12.6~14.6℃,日间及昼夜间温差变化在0.8~2.0℃时,受精卵须经62.0~64.5h后孵出。实验表明,受精卵的孵化速度不仅与孵化水温有着密切的关系,而且也受着孵化期日间或昼夜温差变化的影响。当温差变化增大时,卵的孵化时间有所延长,即使是在适宜的水温范围内,这种影响也较明显。因此,在北方海区的牙鲆育苗生产中,水气温的变化比较剧烈,应保持卵的孵化速度的同步进行,这不仅有利于缩小苗体间的个体差异,而且还可防止过早地发生“自残”现象。

在I~V实验组中,获得初孵仔鱼497600尾。孵化率为70.3~88.5%,平均孵化率82.34%。这一时期达到了日本国内的孵化水平。孵化率的高低,受到水体盐度的影响,在28.00~33.00的范围内,盐度越高时,孵化速度越快,孵化率相对也越高^[10]。所以,实验中的水温和盐度,对受精卵的发育和孵化都是有利的。初孵仔鱼在各实验组中的分布密度分别为12754尾/ m^3 ,15698尾/ m^3 ,10825尾/ m^3 ,146077尾/ m^3 和13733尾/ m^3 ,平均密度为13508尾/ m^3 。其中占总量17.66%的受精卵,除部分在卵胚发育过程中死亡外,大部分为孵出后的“畸形”个体,初孵仔鱼的尾部呈现出波浪形,扭曲形或螺旋形。实验中“畸形率”为10.5~27.0%。畸形个体的出现,显然是受精卵在装运过程中,受到物理震动刺激的结果。为此,合理的运输技术,对卵的孵化率的提高将是十分重要的。

2.2 仔、稚鱼的培育和变态

在牙鲆的生活中,存在有几个明显不同的发育时期。各时期的划分标准,与其他海产鱼类略有区别。

2.2.1 仔鱼期

前期仔鱼 Pre-Larval-Stage 从初孵仔鱼到卵黄囊完全吸收殆尽为止,是鱼苗从卵膜内发育向卵膜外发育的转变时期。变是由内部环境转向直接与外界环境接触进行发育的转变时期。

后期仔鱼 Post-larval-stage 从卵黄囊完全消失殆尽到冠状背鳍形成,右眼开始上升,脊索末端向上翘起为止,是鱼苗开始依靠外源营养进行生长,发育的时期,亦是其生命活动中变化较为激烈的时期。

2.2.2 稚鱼期

是指牙鲆鱼苗的右眼上升到头顶开始到右眼完全移置到左侧为止,尾柄基部的原始鳍皱依然存在。该期

是鱼苗“变态”的高峰时期,随着苗体形态变化的发生,鱼苗的生态习性,行为生理等均在发生巨大的改变。该期出现的早晚、延续时间的长短以及“变态”能否顺利通过与完成等,均将取决于前一期培育的状况。因此,该时期的培育管理在牙鲆育苗生产中,成为不可忽视的重要环节。

实验中(表2),初孵仔鱼的全长2.10~2.41mm从孵出到开口须经58.0~72.0h,仔鱼开口较大。此间,在各饲养水体中添加日本小球藻为主的“绿水”为60000~100000mm,同时接种浓缩的褶皱臂尾轮虫500ml(密度500个/ml),以备仔鱼开口后的摄食需要,水面光照度保持在200~400lx。开口后每日投喂轮虫3次(07:00,12:00和18:00),轮虫个体为250×198μm,幼体180×183μm每次投量为2000~2500ml左右,该密度可保证鱼苗摄取10个/尾左右,夜间观测(24:00)表明,在光照条件下,晚间鱼苗的摄食量,似乎并不低于凌晨和白天。由于前期多采用静水孵化和孵化后的微充气培育,所以绿水的添加就显得更为重要,不仅有利于水体净化,调节水中的氧含量,而且对轮虫的强化和保持过剩轮虫的存在,均有积极的作用。在前期培育中,每隔5~7d须添加绿水一次,直到停止投喂轮虫为止。仔鱼开口后的8~10d时,在投轮虫饵料的同时,适当伴以卤虫的初孵幼体的投喂(11.4~11.5g/m³),这有利于仔鱼的生长和发育,提高其早期的存活率。该期镜检50尾仔鱼的摄食情况表明,有38.0%的仔鱼已利用卤虫幼体。随着仔鱼饲养天数的增加,轮虫与卤虫的投喂比例逐渐改变,其中轮虫量增加到5000~7000ml次,卤虫增加到40~60g/m³,此时期的光照度增到700~1000lx,水交换量为30L/h,增大充气量。

开口后第18~20天的仔鱼,可停止投喂轮虫,以卤虫幼体作为其主要饵料,每天投喂4次(即06:00,12:00,18:00和24:00),以饱食性投喂,每组的卤虫幼体投量不应少于150~200g/m³为宜。该期的饵料强化尤为重要,由于鱼苗栖息水层明显下降到中下层,所以该水层光照强度不足时,将会影响鱼苗的摄食。此时,表层光照度可增加到700~1200lx,而底层光照度应高于40lx。水体的交换量增加到约150L/h,以充分保证鱼苗的变态发生和进行。

“变态期”是牙鲆早期生活史中必经的关键时期。变态始于牙鲆的后期仔鱼阶段,终止于稚鱼期的结束。根据变态过程中所发生的变化,将其划分为3个阶段。

(1)变态前期:仔鱼开口后饲养到第25~27天,全长8.7~10.5mm时,摄食量显著增强,呈现出饲养以来的第一个高峰,显然这是鱼苗变态前的“能”的大量积累
海洋科学,1993年1月,第1期

时期。鱼苗体表色素逐渐变浓,呈茶褐色,这标志着鱼体内组织中的甲状腺激素开始累积,头部的冠状背鳍第I~V根鳍条,陆续出现并延长,鱼苗的对称体增加。前期表层浮游性的生活方式,已逐渐下降到距水表40~50cm的中层水域,鱼苗出现集群游动,这些变化的发生,将预示着变态即将开始。

(2)变态中期:仔鱼生长到全长13.0~14.5mm左右,即饲养到第28~31天时,随着变态的发生与深化,参与和促进变态发生的体内甲状腺激素处于高度积累,体表呈棕褐色或紫褐色,黑色素细胞也密集出现,仔鱼从中层水域继续下降,静伏到水体底部,此时,鱼苗停止活动或极少活动,并且鱼苗几乎不再摄食,这一现象要持续2.5~3.0d,镜检鱼苗的摄食情况,其空胃率占51.0~64.0%,摄食强度下降到最低水平,在正常投饵的情况下,水体中剩余饵料明显增多。随其变态向纵深发展,头部的冠状背鳍达到最长,并开始缩短,右眼完全移置到左侧,鱼体扁平失去原有的对称体态。鱼体腹腔增高,内部器官也相应发生变化。该时期持续时间的长短,将取决于前期能量的积累状况,如健壮的鱼苗会很迅速而顺利地通过变态期,而瘦弱的苗体经变态受阻导致死亡,即使勉强完成变态也会死亡或出现回归逆转现象。因此,该变态高峰期将是牙鲆早期生活史上死亡率最高的“危险期”(Critical period),该期将是鱼苗体能消耗最大的时期。

(3)变态完成:鱼苗体长15.0mm左右,饲养第30~32天时,鱼苗的变态基本结束。变态自始至终约经5~7d,变态后的鱼苗则开始营贴坐或着底的生活方式。非对称型的体态,分为有眼侧(左)和无眼侧(右),体表呈沙褐色并伴有黑色素细胞分布。此时的鱼苗摄食量增大,又呈现出一个新的摄食高峰,摄食的方式和行为已改变呈隐蔽型,突发摄取并迅速着底的方式,而表层的饵料却极少利用。变态后的鱼苗将进入幼鱼的生长和发育时期,鱼苗体内将进行着能量的尽快恢复。

牙鲆鱼苗变态的完成,并不意味着早期危险期的渡过,而幼鱼的初期阶段,仍隶属危险期的范围。在育苗生产中,经常见到少量已完成变态,但为空胃的“黑化”或“白化”的苗体漂浮在水的表层,由于饥饿最后导致死亡。多年来人们将其归咎于病害,施以各种药物治疗,非但没有效果,反而影响了正常鱼苗的存活。经实验证明,这些“黑化”和“白化”的个体,是鱼苗变态后的一种回归逆转现象。导致这一现象的出现,显然是变态期间底层的光照严重不足,饵料的强化与投量的欠缺,以及水体底面积的狭窄,密度过大影响了鱼苗变态后的着底生活的生态习性,实验中将有仅有的128尾黑化和白化的鱼

苗,集中饲养在 0.25m³的圆玻璃钢水槽内,投以足够的饵料,施以 700~1 000 lx 的光照,经 2.5h 后,鱼苗体色全部恢复正常且摄食饱满。当光照度增加到 1 200~2 000 lx 时,经 4.0h 后苗体呈现为无色透明状,但不影响摄食,再次降低和消弱光照强度,使其恢复到 700~800

lx 时,体色又恢复到正常,无一死亡。这一结果表明,牙鲆鱼苗在生长和发育阶段,尤其是变态期的前后,光照强度是十分重要的环境因素,它具有抑制鱼苗“黑化”或“白化”发生的作用(关于此文献也曾有过报道)。

表 1 牙鲆授精卵的孵化

实验编组		I	II	III	IV	V	总计
授卵时间 1990 年 月.日.时:分:		5.14,10:20	5.12,10:35	5.5,16:40 5.14,10:20	5.12,10:35	5.14,10:20	
投卵量($\times 10^4$ 粒)		11.96	15.08	10.40	13.00	9.88	60.32
密度(粒/m ³)		15.178	19.137	13.198	16.498	18.819	平均 16.566
孵化条件	水温(°C)	15.3~16.9	15.0~16.8	12.6~14.6 15.8~17.3	15.4~17.1	16.7~16.9	
	盐度	33.00	33.00	33.50	33.00	33.00	
	含氧量(mg/L)	6.6~8.5	6.2~7.9	6.3~11.1	6.6~7.4	7.0~7.2	
孵化时间(h)		5.45	58.8	62.0,53.7	56.8	53.8	
初孵化仔鱼($\times 10^4$ 尾)		10.05	12.37	8.53	11.51	7.21	49.67
单位密度(尾/m ³)		12754	15698	10825	14607	13733	平均 13508
孵化率(%)		84.00	82.00	82.01	88.50	73.00	82.34
备注		1. 静水孵化,孵化及培育用水皆经消毒,过滤后使用; 2. 各孵化、培育池夜间水面光照度为 400~500lx。					

表 2 牙鲆仔、稚鱼的培育和存活

实验编组		I	II	III	IV	V	总计
初孵仔鱼($\times 10^4$)		10.05	12.37	8.53	11.51	7.21	49.67
开口时间 月.日.时:分(h)		5.19 12:50 5.17 17:00	5.19 16:00	5.17 20:30	5.19 10:00		
培育条件	水温(°C)	14.5~18.8	14.5~19.2	14.6~19.5	14.5~19.3	14.7~19.3	
	盐度	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	
	含氧量(mg/L)	6.9~10.4	6.2~9.4	7.0~7.6	6.6~9.7	6.5~9.4	
饲养天数(d)		26	28	26	28	26	6.12 观测 计数值
稚鱼数量(10^4 尾)		8.14	10.27	7.05	10.39	4.65	40.50
存活率(%)		81.00	83.00	82.70	90.26	64.52	81.54
单位密度(尾/m ³)		10330	13033	8947	13185	3857	11044
苗体长度范围 (mm)		11.00~15.00 (13.75)	12.00~14.50 (13.00)	14.00~15.00 (14.50)	13.00~16.00 (14.70)	11.00~13.50 (11.80)	平均 13.55mm

上述实验也进一步证明了光照在牙鲆育苗生产中的积极作用。当鱼苗进入正常的生活方式时,危险期方可结束。实验表明,该时期鱼苗的死亡率是极高的,基于实验条件的局限,如水的交换不足,高温和连续阴雨天的出现等,致使其死亡率高达 56.30%,使变态前的 405 000 尾鱼苗,急剧下降到 177 000 尾。加上单一的卤虫投喂,已远不能满足幼鱼的摄食和营养需求。变态后的环境和饵料的及时调整,在育苗生产中显然是十分重要的。

2.3 幼鱼的中间培育与出池

牙鲆受精卵经过 30d 左右,全部完成了孵卵发育,孵化,仔、稚鱼时期和变态期,开始了幼鱼阶段。实验中饲养水温 18.4~22.0℃,盐度 33.00,含氧量的变化为 6.0~9.2mg/L 的条件下,幼鱼的生长发育较好。该期培育的突出问题,将是“自残”的发生和饵料的转换。变态后的幼鱼,饵料应采用卤虫成体,活体糠虾以及海域中拖取的大型浮游生物为佳,水鲜糠虾也可使用,投喂时间可持续 15~20d 为宜,这可保证幼鱼最大限度地存活。如若直接采用鱼肉糜投喂,因饵料转换不当,必然造成苗种的大量损失。同时加大交换水的循环,及时清污将是必不可少的。实验中,该阶段的存活率 66.58~92.40%,苗体的平均体长为 26.7mm。

由于鱼苗的体间差异,饵料转换程度不齐,鱼苗的“自残”现象时有发生,将实验 IV 组中的 7 尾体长 3.79~5.67cm 的幼鱼,置于 84 尾的 1.67~2.13cm 鱼苗中,在 24h 内,全部残食掉。当体间差异在 2.0~3.50cm 时,鱼苗的残食率竟可达到 53.48%。所以,分苗培育和管理尤为重要。当鱼苗的饵料转换(鱼肉糜)完成时,个体间的“自残”现象将明显缓解。因此,鱼苗在 2.50~3.00cm 的体长时期,将是早期生活史上相对稳定的生长发育阶段,也是死亡率较低的时期,该时期进行早期增殖放流和网箱养殖,是比较理想的。育苗中,鱼苗的出池总量为 149 500 尾,总存活率为 30.10%(表 3)。

3 小结与讨论

3.1 本实验研究系“胶洲湾水产开发技术”攻关课题的组成部分。人工培育牙鲆鱼苗,验收计数为 149 517 尾,单位出苗平均为 4 066.3 尾/m³,鱼苗平均全长 26.7mm,在数量和质量上皆完成了课题要求。

3.2 人工育苗中两时期的技术分析表明:

前期培育,即初孵仔鱼至饲养 26~28d,鱼苗全长 11.80~16.00mm,平均 13.55mm,存活率为 64.50~90.26%,平均 81.54%,单位密度 8.846~13.853 尾/

海洋科学,1993 年 1 月,第 1 期

m³,平均为 11.044 尾/m³。该期的苗种规格和存活率,均超过了日本(71.5%)和国内(57.6%)的记录水平。

后期培育,即饲养 28d 到第 52 天,鱼苗全长 17.50~56.70mm,平均 26.70mm。平均密度 4 066.3 尾/m³,出池时总存活率为 17.09~35.90%,平均为 30.10%。该期培育处于国内外一般水准。

3.3 牙鲆早期阶段的“变态期”,始于后期仔鱼阶段(即培育 25d 左右,全长 8.70~10.50mm)。终止于稚鱼期的结束(培育 30~32d,全长 12.5~15.5mm),变态需延续 5~7d 左右。鱼苗的“危险期”多发生在变态中期到变态后的 3~4d 的时间里。鱼苗在变态期间,所发生的形态、生理、生态及行为生理等系列变化中,将伴随着 3 个连续发生在鱼苗体内的“能量”累积~最大消耗~再恢复的变化过程。鱼苗存活率的高低,取决于“变态期”的发生、进行和完成以及“危险期”的合理管理技术与对策。

3.4 在牙鲆育苗生产中,前期的饵料强化与光照是十分重要的,尤为变态期间,表层光照度应在 500~700lx,底层光照应不低于 50lx 为佳。后期培育则应注意饵料品种的选择及转换。

3.5 变态后的幼鱼,体长为 2.50~3.00cm,饲养 55~60d 时,是鱼苗处在相对稳定的生长、发育时期,存活率多在 80%以上,是理想的前期增殖放流,养殖入池(网箱)的时期。

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] 张崇理,1959.比目鱼——牙鲆的早期发育史.中国科学院海洋研究所丛刊 1(4):71~80.
- [3] 雷霖霖等,1981.牙鲆人工育苗的初步试验(一).海洋湖沼通报 1.
- [4] 吴佩秋等,1980.牙鲆人工繁殖和育苗.海洋湖沼通报 1:46~51.
- [5] 杨纯武等,1985.牙鲆苗种大规模培育.海洋科学 9(6):7~11.
- [6] 孙光,1988.日本牙鲆苗种生产技术的现状.海洋科学 1:69~73.
- [7] 马军英译,1990.底栖鱼类牙鲆增殖技术的研究.现代渔业信息 5(3):20~24.
- [8] 平本义春,1981.セウメの种苗生产.养殖 4:54~58.
- [9] 落合明,1981.セウメの生态.养殖 3:48~51.
- [10] 原辉雄,1981.セウメのタコケ养殖-施設,饲养技术かう管理まで.养殖 4:44~48.
- [11] 太田康弘,1985.セウメの成长,养殖 12:117~118.