

封面：

分类号_____

密级_____

U D C_____

编号_____

厦 门 大 学

博 士 后 研 究 工 作 报 告

白 鸽 鱼 (蜥 形 副 平 牙 鰕 虎 鱼) 人 工 繁 育 及

仔 稚 鱼 食 性 转 变 的 初 步 研 究

苏 跃 朋

工作完成日期 2013 年 9 月

报告提交日期 2013 年 12 月

厦门大学

2013 年 12 月

题名页

白鸽鱼（蜥形副平牙鰕虎鱼）人工繁育及仔稚鱼食性转变的
初步研究

**A Preliminary Study of Artificial Breeding of *Parapocryptes
serperaster* and Feeding Habits Change of Its Larvae**

博 士 后 姓 名 苏跃朋

流动站（一级学科）名称 海洋科学

专 业（二级学科）名称 海洋科学

研究工作起始时间 2010 年 12 月

研究工作期满时间 2013 年 12 月

厦 门 大 学

2013 年 12 月

厦门大学博士后研究报告著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用博士后研究报告的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交该报告的纸质版和电子版，有权将该报告用于非赢利目的的少量复制并允许该报告进入学校图书馆被查阅，有权将该报告的内容编入有关数据库进行检索，有权将博士后研究报告的标题和摘要汇编出版。保密的博士后研究报告在解密后适用本规定。

本研究报告属于： 1、保密（ ）， 2、不保密（）

纸本在 年解密后适用本授权书；

电子版在 年解密后适用本授权书。

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

白鸽鱼（蜥形副平牙鰕虎鱼）人工繁育及仔稚鱼食性转变的初步研究

摘要:

通过对越南白鸽鱼人工精养的调查实践,以及鰕虎鱼中与白鸽鱼生活习性相近的大弹涂鱼丰富的人工繁育理论基础作为借鉴,本研究选择蜥形副平牙鰕虎鱼(白鸽鱼)的人工繁育作为突破口,重点解决白鸽鱼的土池、水泥池(室外、室内)人工催熟孵化、培育瓶颈问题和人工驯化问题。

通过对白鸽鱼的土池(室外)人工繁育技术研究,获得其繁殖生物学指标:白鸽鱼平均性比(雌:雄)为1.21,并随着繁殖季节来临而下降到接近1;亲鱼绝对繁殖力为 13746.03 ± 3348.63 粒,相对繁殖力(相对体重)为 661.68 ± 105.49 粒/g,相对繁殖力(相对体长)为 991.28 ± 210.37 粒/cm。并且白鸽鱼的绝对繁殖力随其体重、体长的增加而增加,且呈幂曲线相关。单位体长计数的白鸽鱼相对繁殖力与体长、体重呈幂曲线关系。单位体重计数的白鸽鱼相对繁殖力与体长、体重的幂曲线关系可信度不高。证实仔鱼可以以牡蛎面盘幼虫为开口饵料。

通过研究室内水泥池人工繁育技术,建立白鸽鱼亲鱼暂养,人工催熟、受精、孵化技术。通过每尾亲鱼注射 $1\mu\text{g}$ 促黄体素释放激素 A_3 和100 IU人绒毛膜促性腺激素,可以成功催熟,催化率达到90%和70%;盐度为6时孵化率最高,盐度为0或者盐度大于24,孵化率皆为0。精子活力在盐度为0-8时超过90%,但盐度大于14时精子活力几乎没有。精子寿命最长达到48min,其与盐度满足二项式 $y = -1.060x^2 + 9.893x + 24.38$ ($R^2 = 0.987$, y 为精子寿命, x 为盐度)。白鸽鱼受精卵孵化后,1-2d日龄仔鱼处于内源性营养期;3-6日龄时,仔鱼属于混合营养期,会主动摄食有机碎屑和多毛类担轮幼虫,此时全长为450mm - 560mm,口裂大小为 $120\mu\text{m}$ 左右;7-14d日龄白鸽鱼为外源性营养期,仔鱼摄食主体已经转换成多毛类担轮幼虫和轮虫。

于此同时,本文记录白鸽鱼胚胎发育各个时期的时序及特征,建立发育图谱。白鸽鱼成熟卵为球形,粘性卵,卵径为 $0.680 \pm 0.040\text{mm}$,受精卵为梨形。白鸽鱼在水温 $27.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$,盐度6条件下,从受精卵到出膜整个过程需要52h,所需积温 $1404(\text{h}\cdot^\circ\text{C})$,卵裂方式属于盘状卵裂。

通过白鸽鱼对不同饵料(红虫、虾料、鱼料、鱼肉、热带观赏鱼饲料)的摄

食，得出饵料的选择顺序为红虫>观赏鱼料>虾料>鱼料>鱼肉，证明红虫为优选饵料。红虫在增重率、特定生长率以及存活率具有明显优势，能够更好的促进白鸽鱼生长。鱼肉的效果最差。也就是说可以利用白鸽鱼对不同饵料的选择和利用程度，为今后人工驯化技术提供理论基础。白鸽鱼全天都有摄食，尽管黄昏时期进食略高，但证明白鸽鱼为全日型摄食类型。通过摄食量对不同粒径虾料的摄食效果观察，饲喂虾料粒径在 0.600mm-0.850mm 时，白鸽鱼对其摄食量最大。

模拟大弹涂鱼生活环境，通过红虫和鳗鱼粉混合饵料比例的改变，探索人工驯化对大弹涂鱼食性转变的影响，说明鳗鱼粉不适宜用作大弹涂鱼稚鱼驯化饵料，驯化最好从仔鱼期就开始。另外根据越南白鸽鱼在越南的养殖模式，探索出河口区越南白鸽鱼人工培育技术，指导本地大规模人工越南白鸽鱼养殖生产。

本文对白鸽鱼的研究，不仅仅停留于相关理论，而且突破白鸽鱼人工繁育培育技术关键，为人工大规模养殖生产产业化提供理论与技术支持。

关键词：白鸽鱼（蜥形副平牙鰕虎鱼）；人工繁育；胚胎发育；驯食技术。

A Preliminary Study of Artificial Breeding and Larval Feeding Habits Change in *Parapocryptes serperaster*

Abstract:

Through the investigation on artificial intensive culture technology of *Pseudapocryptes elongatus*, and the rich artificial breeding theory of *Boleophthalmus pectinirostris* as reference, which got similar living habits as *Parapocryptes serperaster*, this research chose the artificial breeding of *P. serperaster* as a breakthrough, resolved the problems in artificial ripening, incubation, cultivation and artificial domestication of *P. serperaster* occurred into ponds or cement ponds (outdoor or indoor surroundings).

We got the biology index in breeding of *Parapocryptes serperaster* after the study of artificial breeding technology. The average sex ratio is 1.21 and declines to 1 as the coming breeding season. The absolute fecundity is 13746.03 ± 3348.63 grains per one female, and will be increased as a power curve as well as body weight or body length. The relative fecundity (relative to body weight) is 661.68 ± 105.49 eggs per gram, and its relation about power curve to body weight or body length is not unbelievable. The relative fecundity (relative to body length) is 991.28 ± 210.37 eggs per centimeter, and has a power curve with body weight or body length. The larvae can be confirmed with oyster veligers as first feeds.

Through the artificial domestication technology outdoor cement ponds surroundings of *Parapocryptes serperaster*, we created technology about the parents temporary culture, artificial maturation, fertilization, hatching. It has an effect on artificial maturation with $1\mu\text{g}$ luteinizing hormone releasing hormone A₃ and 100 IU chorionic gonadotrophin per parent. The hatchability are 90% and 70%. When the salinity is 6, the maturation rate will be highest, and it will be 0 as the salinity is 0 or more than 24. The sperm motility is more than 90% when the salinity between 0 to 8, but almost none as the salinity is greater than 14. The sperm longevity can last 48min, and be fitted to binomial $y = -1.060x^2 + 9.893x + 24.38$ ($R^2 = 0.987$, $Y = \text{sperm}$

longevity, X = salinity). After the fertilized eggs hatched, larvae of 1 to 2 day ages are between in the period of endogenous nutrition. Between the mixed feeding period, larvae will feed actively with organic detritus and polychaetes trochophore larva when they are 3 to 6 day ages, as their overall length is 450mm to 560mm and the rima oris is nearly 120 μ m. When 7 to 14 day ages larvae in exogenous vegetative period will feed Polychaetes trochophore and rotifers mainly.

This paper records the timings and characteristics of each period of embryo development of *Parapocryptes serperaster* and establishes embryo development pattern. *P. serperaster*'s mature eggs are spherical and sticky. Egg diameter is 0.680 ± 0.040 mm and fertilized eggs are pear-shaped. When water temperature is $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and salinity is 6, the fertilized eggs hatched need 52h. Required temperature is 1404 ($\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$). Cleavage belongs to discoidal cleavage.

Though *Parapocryptes serperaster* feed on different diets (*Limnodrilus hoffmeisteri*, shrimp feed, fish feed, fish, tropical ornamental fish feed), they obtains the selection orders are *L. hoffmeisteri*, tropical ornamental fish feed, shrimp feed, fish feed, fish. *L. hoffmeisteri* is preferred. And *L. hoffmeisteri* has obvious advantages on growth rate, specific growth rate and survival rate, and promotes the growth of *P. serperaster* best as well as the effect of fish worst. That is to say, using different could provide support for the future artificial domestication technology. Although the twilight of eating is slightly higher, *P. serperaster* is feeding all day. So *P. serperaster* was attributed full-time feeding type fish. Though feeding different particle size of shrimp feed, *P. serperaster* eats more shrimp feed whose particle size from 20 and 30.

Though change proportion of mixed feed ingredients such as *Limnodrilus hoffmeisteri* and eel powder in a simulative nature environment, we explore the action that artificial domestication acted on *B. pectinirostris* feeding habits change. Eel powder is not suitable for domesticated diet of *B. pectinirostris* juvenile, and it's better to domesticate to begin the larval stage. In addition to the culturing *Pseudapocryptes elongates* model in Vietnam, we explore the artificial cultivation

technology of *P. elongatus* in estuary environment. This technology could instruct the local artificial cultivation of *P. elongatus*.

This Study on *Parapocryptes serperaster*, not only is a theory, but also a breakthrough in artificial breeding technology, and provides the theoretical and technical support for the large-scale artificial breeding industry of *Parapocryptes serperaster*.

Keyword: *Parapocryptes serperaster*; artificial breeding; embryo development; tame food technology.

蜥形副平牙鰕虎鱼人工繁育及仔稚鱼食性转变的

初步研究

目录

摘要:	I
关键词.....	II
Abstract.....	III
Keyword.....	V
第一章 综述.....	1
1.1 白鸽鱼生物学概况	1
1.1.1 形态特征	2
1.1.2 栖息地与分布	2
1.1.3 食性	2
1.1.4 生长盐度和温度.....	3
1.2 鰕虎类人工繁育研究概况.....	3
1.2.1 白鸽鱼研究概况.....	3
1.2.2 鰕虎鱼类种类人工繁育研究概况.....	4
1.2.3 植食性鰕虎鱼类食性转变的概况.....	5
1.3 白鸽鱼人工繁育研究背景.....	7
1.4 白鸽鱼人工繁育研究意义.....	8
第二章 白鸽鱼胚胎发育研究	9
2.1 材料与方法	9
2.1.1 药品和仪器	9
2.1.2 亲鱼暂养	9
2.1.3 人工催熟和受精.....	9
2.1.4 胚胎发育的观察.....	11
2.2 结果	12
2.2.1 卵的特征	12
2.2.2 胚胎发育过程	12
2.2.3 胚胎发育积温	16
2.3 讨论	19
第三章 白鸽鱼土池繁育技术研究	21
3.1 材料与方法	21
3.1.1 育苗设施	21
3.1.2 清池消毒	21
3.1.3 亲鱼培育	21
3.1.4 育苗管理	21
3.1.5 取样与检测	22
3.1.6 仔稚鱼投喂及管理.....	22
3.2 结果	23
3.2.1 白鸽鱼繁殖生物学指标.....	23
3.2.2 仔稚鱼培育	28

3.2.3 仔稚鱼摄食	29
3.3 讨论	30
3.3.1 性比	30
3.3.2 仔稚鱼培育	31
3.3.3 仔稚鱼摄食	31
第四章 白鸽鱼室内人工繁育技术研究	33
4.1 材料与方法	33
4.1.1 育苗设施	33
4.1.2 亲鱼暂养	33
4.1.3 人工授精催产	33
4.1.4 孵化	34
4.1.5 育苗管理	34
4.1.6 精子活力试验及人工受精卵盐度梯度孵化试验	34
4.2 结果	37
4.2.1 人工催熟诱导产卵	37
4.2.2 仔鱼培育及摄食	37
4.2.3 盐度与孵化率	41
4.2.4 精子活力	41
4.3 讨论	44
4.3.1 人工催熟诱导产卵	44
4.3.2 仔鱼摄食及培育	44
4.3.3 盐度与孵化率	44
4.3.4 精子活力	45
第五章 白鸽鱼食性分析	46
5.1 材料与方法	48
5.1.1 试验材料	48
5.1.2 白鸽鱼对不同饵料的选择性	49
5.1.3 白鸽鱼的摄食频率	49
5.1.4 白鸽鱼对不同种饵料的摄食结果	50
5.1.5 白鸽鱼对不同粒径虾料的摄食量	51
5.2 结果	52
5.2.1 含水率与溶失率	52
5.2.2 白鸽鱼对不同饵料的摄食量	52
5.2.3 白鸽鱼的摄食节律	53
5.2.4 白鸽鱼对不同种饵料的摄食结果	54
5.2.5 白鸽鱼对不同粒径虾料的摄食量	58
5.3 讨论	59
5.2.1 白鸽鱼的摄食节律	59
5.2.2 白鸽鱼对不同饵料的摄食量	59
5.2.3 白鸽鱼对不同粒径虾料的摄食量	59
第六章 大弹涂鱼食性转变技术探索	61
6.1 材料与方法	61
6.1.1 试验准备	61
6.1.2 试验方法	61

6.2 结果	63
6.2.1 模拟试验	63
6.2.2 食性转变	64
6.3 讨论	66
6.3.1 模拟试验	66
6.3.2 食性转变	66
第七章 越南白鸽鱼饲养和驯食技术探索	68
7.1 越南白鸽鱼概况	68
7.2 越南白鸽鱼养殖背景	69
7.3 越南白鸽鱼河口区人工养殖技术	69
7.3.1 培育池准备	69
7.3.2 防逃网设置	70
7.3.3 鱼苗放养和驯化	70
7.3.4 鱼苗养成	70
第八章 总结	72
参考文献	74
致谢	79
博士生期间发表的学术论文、专著	79
博士后期间发表的学术论文、专著	80
个人简历	81

第一章 综述

1.1 白鸽鱼生物学概况

白鸽鱼，学名为蜥形副平牙鰕虎鱼（图 1.1，图 1.2），英文名：Rillengrundel，拉丁名：*Parapocryptes serperaster* (Richardson, 1846)，隶属于鰕虎鱼亚目（Gobioidei）、鰕虎鱼科（Gobiidae）、副平牙鰕虎鱼属（*Paraopocryptes*），俗称白鸽鱼（以下蜥形副平牙鰕虎鱼均称白鸽鱼）、白甲鱼或白花鱼。蜥形副平牙鰕虎鱼的同种异名包括：*Apocryptes henlei* Bleeker, 1849; *Apocryptes macrolepis* Bleeker, 1851; *Apocryptes serperaster* Richardson, 1846; *Boleophthalmus smithi* Fowler, 1934; *Parapocryptes cantonensis* Herre, 1932 和 *Parapocryptes macrolepis* Bleeker, 1851; 中文同种异名包括大鳞副平牙鰕虎鱼（苏跃朋，马牲等，2010）。



图 1.1：蜥形副平牙鰕虎鱼（白鸽鱼）

Fig. 1 : *Parapocryptes serperaster* (Richardson, 1846)

注：图片来自世界鱼类库网站 <http://www.fishbase.org>。图片标本自 India, Godavari estuary, East coast of India, Jan 27th 2007, TL 16.3 cm, by Devarapalli, P.

NOTES: The picture comes from <http://www.fishbase.org>. The specimen of the picture is got from India, Godavari estuary, East coast of India, Jan 27th 2007, TL 16.3 cm, by Devarapalli, P..

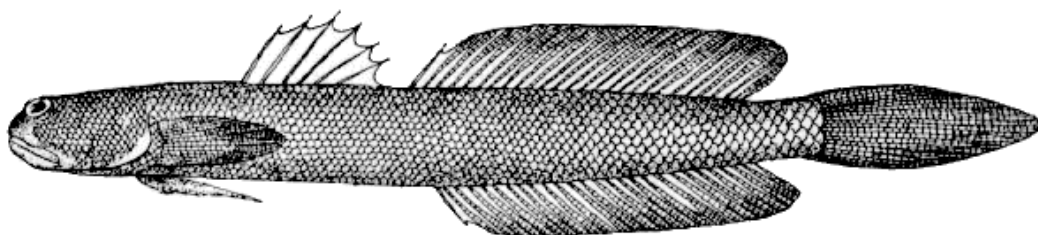


图 1.2: 蜥形副平牙鰕虎鱼 (白鸽鱼), 自 Rainboth, W.J., 1996

Fig. 1.2: *Parapocryptes serperaster* (Richardson, 1846), from Rainboth, W.J., 1996

1.1.1 形态特征

白鸽鱼体浅棕红色, 头部略呈浅金黄色。体背侧隐有 5 条浅灰色横斑。背鳍、臀鳍和腹鳍均为浅桔色; 胸鳍上部灰黄色, 下部桔黄色; 尾鳍中间浅桔黄色, 上下叶边缘青灰色。背鳍 VI, I—26~8; 臀鳍 I—26~8; 胸鳍 21~23; 腹鳍—5; 尾鳍 16~17。纵列鳞 63~75; 横列鳞 22~24。鳃耙 5+8~9 (图 1.1; 图 1.2)。

体长为体高的 7.1~8.3 倍, 为头长的 4.5~5.5 倍。头长为吻长的 4.0~4.9 倍, 为眼径的 5.4~7.3 倍, 为眼间隔的 11.0~12.3 倍。尾柄高为尾柄长的 1.7~2.1 倍。体背、腹缘几乎平直, 尾柄短。头后部侧扁, 吻背面稍圆突。眼在头的前半部。眼间隔等于或小于眼径。鼻孔每侧 2 个, 相距远: 前鼻孔圆形; 后鼻孔小, 圆形。犁骨、腭骨及舌上均无齿。鳃孔约与胸鳍基部等宽。

体近尾部处鳞最大; 眼后头顶、前鳃盖骨及鳃盖骨被细鳞。两背鳍相距较近: 第一背鳍较高, 基部短, 起点在胸鳍基部后上方; 第二~四鳍棘较长, 后方鳍棘较短; 第六鳍棘与第五鳍棘间距较大, 压倒后伸达第二背鳍起点; 第二背鳍基部长, 起点在肛门前上方, 后部鳍条较长, 最后鳍条伸越尾鳍基底较远。臀鳍起点在第二背鳍第三~四鳍条下方, 最后鳍条压倒后伸越尾鳍基。胸鳍基部厚。左、右腹鳍愈合成 1 个心形吸盘, 在胸鳍基部下方, 和胸鳍等长。

1.1.2 栖息地与分布

白鸽鱼为暖水性小型底层鱼类, 最大生物学体长为 23 厘米, 栖息于河口咸淡水及近岸滩涂处, 也生活在江河水域淡水水域中。野生小或中型种群的增殖周期为 1.4~4.4 年。世界分布区域包括东南亚湄公河流域以及印度、缅甸、马来西亚和印度尼西亚等国家和地区。在我国, 白鸽鱼野生分布区域最北到福建福州, 南到海南岛, 珠江流域各河口区为野生白鸽鱼资源量最为丰富的地区。

1.1.3 食性

白鸽鱼在野外为杂食性鱼类, 摄食饵料粒径较小, 适宜摄食 30 目左右的饲料颗粒, 显著小于口径, 可能与咽部较细小有关。经人工驯化后, 白鸽鱼可摄食

虾料、鱼料、鱼肉等。

1.1.4 生长盐度和温度

白鸽鱼为广盐性分布种类，适盐范围围广，适宜我国大多数地区养殖。天然水域的白鸽鱼常在河口区进行 100 公里以内的短途洄游，其与生殖无关。室内盐度试验表明，白鸽鱼可存活盐度范围在 0~30‰；当盐度达到 33‰，养殖 4 天的死亡率达到 80%。表明白鸽鱼不适宜超过 30‰的高盐度水环境生存。白鸽鱼属于热带、亚热带暖水性底层鱼类，生活区域主要在东南亚和我国北回归线以南流域。虽然如此，室内温度试验表明白鸽鱼较耐低温，当水温低于 9℃时 2 天内全部死亡；当水温在 12℃以上时，并未出现死亡现象；根据死亡率和水温线形拟合结果，96h 半致死低温为 10.78℃。白鸽鱼的耐低温特性表明其适宜我国南方大部分地区进行人工养殖（苏跃朋，马甦等，2010）。

1.2 鰕虎类人工繁育研究概况

1.2.1 白鸽鱼研究概况

目前国内尚无完整的白鸽鱼养殖技术，有关白鸽鱼的研究资料极为稀少，仅苏跃朋，马甦等（2010）对白鸽鱼形态生物学特征、分布、栖息地、食性等进行描述，初步确定白鸽鱼相适应的温度、盐度范围，同时分析国内白鸽鱼资源状况。苏跃朋，梁锦全等（2011）通过对越南胡志明市白鸽鱼人工养殖调查，指出白鸽鱼养殖产业发展的瓶颈，以及在珠海市推广发展白鸽鱼人工精养的可能性。

国外有关白鸽鱼的专门的水产养殖技术研究亦未见报道，相关数据亦为通过对生物学、生态学研究所得附带数据。Sukree Hajisamae 等（2006）在泰国一河口型浅水湾鱼群生态群落研究中采集到白鸽鱼样品，文中指出在泰国北大湾（Pattani Bay）白鸽鱼的栖息密度为 0.3ind./1000 m²，占总样品比例为 0.0%。L. NYANTI 等（2012）在马来西亚三宝壟红树林区（Semariang Mangrove Area）鱼群多样性和水质监测中采集到白鸽鱼，其栖息水样的温度为 28.74±1.03℃，pH 为 7.15±0.02，溶氧量（Do）为 2.95±0.27mg/L，五日生化需氧量（BOD₅）为 8.6±0.9 mg/L，溶氧量叶绿素 a（Chl-a）含量为 2.91±1.98μg/L，总氨氮（TAN）为 0.32±0.32mg/L。白鸽鱼标准体长（standard length±standard deviation）8.2±1.7 cm，总长（total length±standard deviation）10.4±2.8 cm，体宽（weight±standard deviation）

为 11.1 ± 6.9 cm。

1.2.2 鰕虎鱼类种类人工繁育研究概况

尽管白鸽鱼的人工养殖具有一定的规模，养殖基础技术得到应用，有关白鸽鱼人工繁育的相关研究却未见报道（苏跃朋，梁锦全等，2011）。相对白鸽鱼而言，人工繁育研究较为成熟的品种为同为鰕虎鱼科大弹涂鱼和云斑尖塘鳢。这对白鸽鱼的人工繁育研究有着巨大的借鉴价值。

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)隶属鲈形目(Perciformes)、鰕虎鱼亚目(Gobioidei)、大弹涂鱼科(Periophthalmidae)、大弹涂鱼属，俗称跳跳鱼、花跳跳鱼等。分布于中国、朝鲜、日本、马来西亚半岛、缅甸等国。我国盛产于浙江、福建、广东、广西、台湾等省沿海（王军，苏永全，1994）。大弹涂鱼是沿岸暖水广温广盐鱼类，生活于河口地区或沿岸滩涂，穴居于底质为软泥的潮间带，主食底栖硅藻，兼食蓝藻和滩涂中的有机碎屑（江国强，2005）。我国台湾省曾于1972年进行大弹涂鱼人工繁殖试验，仔鱼仅存活5d，1980年培育出2尾鱼苗。张其永等于1986年进行了室内人工繁殖和育苗试验，培育出3000多尾鱼苗。日本佐贺县有明水产试验场分别于1988年和1989年培育出1.9万尾和2.4万尾幼鱼。1990年，东海水产研究所、厦门大学和连江县水产综合场联合开展了室内大弹涂鱼人工育苗技术研究，培育出7000多尾幼鱼（叶启旺，洪万树，张其永等，2006）。蔡珠金，洪万树等（2005）进行了大弹涂鱼室内人工繁殖和育苗研究，以陶瓷管道诱导产卵和人工授精的方法获得受精卵，采用塑料箱和塑料桶两种容器孵化受精卵，比较了不同的仔稚鱼培育密度和培育方法与成活率的关系。目前，国内外学者已经开展了大弹涂鱼产卵习性、自然孵化、池塘孵化、土池育苗和池塘养殖技术的研究（洪万树，2006）。陈超鸣（2010）提出把土池产出的仔鱼引到室内进行培育，是突破大弹涂鱼生产性育苗难关的有效方案。土池投放亲鱼，先后产出两批仔鱼，共260万尾，于晚上采用管道通过自然落差移到室内育苗池，经45d-47d培育，育出幼鱼79.1万尾，平均全长为22.71mm，总成活率30.42%。

云斑尖塘鳢（又称泰国笋壳鱼，*Oxyeleotris marmoratus*），其隶属于鲈形目、鰕虎鱼亚目、塘鳢科。分别从东南亚引入我国（陈永乐等，2007；张邦杰，2004）。泰国于上世纪70年代开始进行生产性人工诱导产卵试验并获得初步成功，1986

年后已能进行商业性大批量育苗。杭州市农科院于 1998 年引入笋壳鱼稚鱼 3000 尾,对笋壳鱼的生物学特性、人工繁殖技术、鱼苗培育技术和成鱼养殖技术等进行了较为系统的研究,并首次在国内成功地进行了批量人工繁殖和苗种培育(陆清儿等, 2005)。这为目前云斑尖塘鳢成熟的人工繁育、培育等技术打下坚实的基础。张德志等(2005)选择网箱养殖的云斑尖塘鳢,人工催产,成功获得相关催产数据。

此外,已有人工繁育研究报道的鰕虎鱼类还包括:矛尾复鰕虎鱼(*Synechogobius hasta*) (赵斌等, 2005), 普栉鰕虎鱼(*Ctenogobius giurinus*) (凌明亮等, 2006), 裸项栉鰕虎鱼(*Bareneck goby*) (李建军等, 2007), 纹缟鰕虎鱼(*Tridentiger trionocephalus*) (冯广朋等, 2009 (I) (II); 陈丽慧等, 2008; 章龙珍等, 2008; 庄平等, 2008; 2009), 溪吻鰕虎鱼(*Rhinogobius duospilus*) (李黎等, 2008)。其中赵斌等(2005)对矛尾复鰕虎鱼人工繁育的最佳时间和孵化盐度进行初步探讨;凌明亮等(2006)对普栉触虎鱼养殖生物学研究,介绍其资源概况和开发策略,并简单其人工繁育技术。李建军等(2007)描述裸项栉鰕虎鱼的人工养殖的基本方法以及详细观察其胚胎发育过程,系统地观察了裸项栉鰕虎鱼各发育期的形态变化及生长特征。庄平, 赵优, 章龙珍, 冯广朋等合作团队则较系统深入地研究了纹缟虾虎鱼的繁殖生物学特征,并且成功对其进行了人工繁殖;同时针对纹缟虾虎鱼个体生殖力、精子和卵子及受精过程扫描电镜观察、胚胎耗氧率、胚胎幼鱼生长盐度、重金属对胚胎发育的影响多方面进行研究(冯广朋等, 2009 (I) (II); 陈丽慧等, 2008; 章龙珍等, 2008; 庄平等, 2008; 2009)。李黎等(2009)通过对人工培育条件下溪吻虾虎鱼早期发育的观察,详细研究了其外部形态的发育特征。

1.2.3 植食性鰕虎鱼类食性转变的概况

鱼类生长成熟过程中,随着个体生长,其对食物资源的利用也将发生明显的改变。在个体发育不同阶段,生态位的改变通常非常明显,随着个体体积增大,栖息环境和食物组成将发生转换(Miteelbach, 1986; Olson, 1996; 李斌等, 2011)。广义上,当食物组成中动物和植物比例发生变化时,动物对这两种食物的摄食率比值发生变化,即食性转变(Landry, 1981)。

有关经济鱼类食性转换的报道很详尽,例如小黄鱼(郭斌等, 2010), 带鱼

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫