

第一辑

南海水产研究文集

SOUTH CHINA SEA FISHERIES RESEARCH NO. 1

中国水产科学研究院南海水产研究所 编



广东科技出版社

内 容 提 要

本文集收编了1985—1986年研究论文16篇和研究成果报告1篇。内容包括：海水养殖，渔业资源，渔具渔法，人工鱼礁，制冷技术及电子计算机应用等方面。论文对南海北部主要经济鱼、虾类的生活习性、生长规律、养殖技术及渔业资源的分布等进行了分析探讨。对海产品的增、养殖，渔业资源的开发利用等有一定的参考价值。

本文集适合于从事渔业科研、生产的人员，以及水产院校的师生参考。

目 录

平鲷人工繁殖及育苗的初步研究·····	马荣和 李加儿 丁彦文 周宏团 郑建民	(1)
深圳湾筏式养殖牡蛎的食料·····	黄宝玉 邱礼强 李永凡	(9)
筏养牡蛎生长的数学模型与应用·····	冯正平 李永凡 李辉权	(19)
敌百虫毒性对鲮鱼的影响·····	陈毕生	(27)
南海北部大陆斜坡虾的种类及其分布的研究·····	钟振如	(33)
南海北部大陆斜坡几种主要深水虾类食性的初步研究·····	梁 英	(43)
南海北部大陆架各区域底拖网渔获物组成的比较·····	邱永松	(51)
南海北部主要经济鱼类的生长方程和临界年龄·····	袁蔚文	(61)
马鲛科稚鱼的形态特征及其在南海北部近海区的分布·····	陆穗芬	(77)
中国双角鲛鰩科二属二种鱼类的新纪录·····	倪 勇 伍汉霖 李 生	(87)
南海北部大陆架饵料浮游动物的研究·····	章淑珍	(95)
南海北部大陆斜坡海域浮游动物的初步研究·····	宋盛宪 林邦妹 章淑珍	(107)
拖网手纲长度的不同与拖网网口前方遮盖面积的关系浅析·····	郑钟新	(127)
波浪冲击对鱼礁稳定性的影响·····	刘同渝 陈勤儿 黄汝堪 敖卓运	(133)
在以SYM—1单板机为主体的装置上用互相关法实现系统辨识 ·····	卢婉娟 孙辉先	(149)
利用柴油机排气余热制冷的可行性研究 ·····	徐泽智 梁拾 刘晓华 刁石强 梅国庭	(159)
附录：大珠母贝培育大珍珠研究简报·····	蒙钊美执笔	(169)

CONTENTS

Preliminary Studies on the Artifical Propagation and the Seedling Rearing of Flat Bream, <i>Rhabdosargus sarba</i> (Forskål)	Ma Ronghe, Li Jiaer, Ding Yanwen, Zhou Hongtuan and Zheng Jianmin	(1)
The Food for Raft Culture Oysters in the Shenzhen Bay	Huang Baoyu, Qiu Liqiang and Li Yongfan	(9)
The Mathematical Models of Growth of Oysters Cultured in Floating Raft and their Application	Feng Zhengping, Li Yongfan and Li Huiquan	(19)
The Toxicity Effects of Dipterex on Mulletts (<i>Mugil cephalus</i> L.)	Chen Bisheng	(27)
Studies on the Shrimp Species and their Distribution on the Continental Slope of the Northern South China Sea	Zhong Zhenru	(33)
A Preliminary Study on Feeding Habits of Several Important Species of Deep-water Shrimps on the Continental Slope of the Northern South China Sea	Liang Ying	(43)
Comparisons of Demersal Catch Compositions from Bottom Trawls in Different Regions on the Continental Shelf of the Northern South China Sea	Qiu Yongsong	(51)
Growth Equations and Critical Age of Some Important Commercial Fishes in the Northern South China Sea	Yuan Weiwen	(61)
The Morphology and Distribution of Juveniles of Threadfin, <i>Polynemidae</i> in Off-shore Waters of the Northern South China Sea	Lu Suifen	(77)
Two Anglerfishes Diceratiidae New to Chinese Fauna	Ni Yong, Wu Hanlin and Li Sheng	(87)
A Study on the Food Zooplanktons on the Continental Shelf of the Northern South China Sea	Zhang Shuzhen	(95)
A Preliminary Study on the Food Zooplanktons in Waters of the Continental Slope in the Northern South China Sea	Song Shengxian, Lin Banme and Zhang Shuzhen	(107)

The Preliminary Analysis of the Relations Between the Trawl Bridle's Length and the Area Covered in the Front of the Trawl	Zheng Zhongxin	(127)
Effects of Wave on Stability of the Fishreef	Liu Tongyu, Chen Qiner, Huang Rukan and Ao Zhuoyun	(133)
The Implementation of System Identification Using Cross-correlation Method on SYM-1 Single-board Computer.....	Lu Wanxian and Sun Hueixian	(149)
A Feasibility Study on the Utilization of the Exhaust Heat from Diesel Engine for Refrigeration	Xu Zezhi, Liang Shi, Liu Xiaohua, Diao Shiqiang and Mei Guoting	(159)
Appendix: A Briel Report on the Study of Culturing Large Pearls in Pinctada Maxima (Jameson)	Meng Zhaomei	(169)

平鲷人工繁殖及育苗的初步研究*

马荣和 李加儿 丁彦文 周宏团 郑建民

(中国水产科学研究院南海水产研究所)

提 要

本文报道了平鲷 *Rhabdosargus sarba* (Forskäl) 人工繁殖及育苗的初步研究。1985年11月下旬至1986年2月上旬,用激素对池养亲鱼分两批催产,进行人工授精取得受精卵,受精率20.0—90.0%,孵化率32.0—89.0%;在室内池进行静水育苗。依次用蛋黄、轮虫、桡足类等饵料喂养仔鱼,能育成鱼苗。经52天的培育长成幼鱼,全长21.5毫米。池养仔鱼存活率分别为6.0% (水泥池I) 和0.14% (水泥池II)。

平鲷 *Rhabdosargus sarba* (Forskäl) 属鲷科 *sparidae*, 广东俗称“金丝鲷”。其味美,价值高,为海产经济鱼类之一。分布于我国南北沿海,为浅海底层鱼类。平鲷抗病力强,杂食性,是海水池塘及网箱养殖的重要对象。

关于平鲷人工繁殖及育苗的研究,日本原田辉雄等在1967年育苗成功⁽³⁾,但在我国迄今尚未查到报道。目前,广东沿海网箱养鱼发展很快,自然海区的平鲷苗种供不应求。为解决苗种问题,我们于1985年2月上旬,在深圳市南海水产研究所盐田试验基地,进行此项目研究,先后进行了两批催产、育苗试验。本研究的目的在于摸索平鲷人工繁殖及育苗经验,以便为今后的育苗工作提供科学依据。

一、材料与方 法

(一) 亲鱼来源及亲鱼培育

1. 亲鱼来源 试验用的亲鱼是1982年购回的鱼苗(平均体重2.2克),在本试验基地的水泥池内,经4年的培育而成。

2. 亲鱼培育 水泥培育池面积为0.5亩,长方形,水深1.5米。培育期间定期灌注新水。饵料以鱼肉、人工配合饵料为主,每天投喂2次,投饵量为鱼体重的5—8%。

(二) 人工催产

选择个体完整、体重100克以上,轻压鱼体腹部能流出精液的雄鱼;选择体重1000克以

* 邹婉虹参加部分试验工作,特此致谢。

上,腹部膨大而柔软的雌鱼。

催产剂使用释放素类似物(LRH—A)和绒毛膜促性腺激素(HCG)混合或单一使用,行胸腔注射。

注射后,雌、雄亲鱼按1:3的比例蓄养于催产池中,用流水和充气的方法加快亲鱼成熟产卵。

(三) 受精

两批催产采用人工授精和少量自然产卵受精,受精卵发育至原肠期计算受精率。

(四) 孵化

受精卵分放于室内孵化网箱(175×90×80cm)、圆形玻璃钢桶(水体1m³)和长方形玻璃钢桶(148×98×110cm)中,行静水(充气)孵化。

(五) 人工育苗

用1985年11月29日和12月31日孵出的仔鱼,在室内进行了两批鱼苗培育试验,着重摸索鱼苗各阶段的适口饵料和不同水体的育苗效果。

1. 育苗容器 育苗试验分别在玻璃水族箱(58×28×32cm)、圆玻璃钢桶、长方形玻璃钢桶、水泥池I(560×410×170cm)和水泥池II(842×560×170cm)等不同容器中进行。

2. 饵料

(1) 人工饵料:蛋黄,煮熟后在研钵中研细后投喂。

(2) 植物性饵料:扁藻(*Platymonas* SP.)、小球藻(*Chlorella* SP.)、三角褐指藻(*Phaeocylactylum tricornutum*)等。

(3) 动物性饵料:臂尾轮虫(*Brachionus* SP.)、桡足类(*Copepoda*)。

育苗容器保持扁藻每毫升水体200—500个,硅藻500—1000个,小球藻5000—10000个,轮虫1—5个,桡足类0.5—1个。

3. 饲养管理 从仔鱼开口时开始投饵,每天投饵1次,换水1次,换水量为原水体的1/2—1/5。饲养15天以后,将育苗池水的盐度从32.0—34.0‰逐步调降至25.0—27.0‰。

二、结 果

(一) 人工繁殖

1. 亲鱼成熟情况 在12月21日拉网检查时,雄鱼全部成熟,轻压腹部有乳白精液,体长160—260毫米,体重100—500克;雌鱼5尾,体长310—340毫米,体重1000—1250克。

2. 人工催产结果 11月下旬和12月下旬两批共催产雌鱼5尾,依次均能产卵,总产卵率为100%,但第一批催产已产过卵的2尾雌鱼,在第二批催产时未再产卵。两批催产结果表明:在水温16.6—25.4℃,盐度32.0‰的条件下,对雌鱼用单一释放素类似物(LRH—A)或LRH—A和HCG混合注射都能达到催产效果,使亲鱼成熟排卵(见表1)。

平鲷的卵巢属分批产卵类型,经注射激素后,一般排卵2—3次,每公斤鱼平均获卵数为10万粒。

3. 受精 两批催产试验的受精率分别为61.0—66.6%和20.0—90.0%。受精率的高低与精卵质量及授精方法有关,人工授精的受精率高,自然产卵受精率较低。在水温16.3—

表 1 平鲷人工催产结果

1985年盐田

批 数	日 期	水 温 (℃)	盐 度 (‰)	催 产 尾 数	体 重 (克)	注 射 剂 量		效应时间 (时:分)	获 产 尾 数	获卵数 (万粒)	受精率 (%)	备 注
						LRH-A (微克/公斤)	HCG (国际单位 /公斤)					
I	11.22	23.6	32.0	3	1000	200	1500	58:30	2	20.6	61.0	效应时间指第三 次注射后的时间
	11.27	25.4			1100						66.6	
II	12.25	16.6	32.0	5	1000	300		58:10	3	36.8	20.0	其中第一批产过卵 的2尾不再产卵
	12.31	19.8			1250						90.0	

20.7℃的条件下,盐度为22.0—23.0‰时,精子窜动,活力很强。精子在不同盐度中的活力见表2。在水温为15.1—20.0℃的条件下,pH值为7.8—8.6时,精子活力较强。精子在不同pH值中的活力见表3。

表 2 精子在不同盐度中的活力 (三次观测平均值)

水温: 16.3—20.7℃ pH: 8.15

1985年12月盐田

盐 度 (‰)	10.0	14.0	18.0	22.0	26.0	30.0	34.0	38.0
激烈活动时间(分:秒)		02:43	05:50	17:41	09:06	07:30	05:20	00:03
总活动时间(分:秒)	00:05	11:36	36:07	74:10	60:15	54:17	39:49	26:20

表 3 精子在不同 pH 值中的活力 (三次观测平均值)

水温: 15.1—20.0℃ 盐度: 32.0‰

1985年12月盐田

pH 值	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0
激烈活动时间(分:秒)	02:01	02:33	02:36	02:39	02:28	02:16	02:05	01:29
总活动时间(分:秒)	34:54	36:08	42:13	42:36	42:24	39:31	38:27	38:08

表 4 水温对孵化率的影响 (三次观测平均值)

盐度: 30.0—32.0‰ pH: 8.15

1985年11月盐田

水 温 (℃)	30.0	27.0	24.0	21.0	18.0	22.4—24.2	21.3—24.1
孵化时间(小时:分)		23:12	27:44	33:47		29:40	30:03
孵化率 (%)	至32细胞 期死亡	32.3	61.8	63.8	至多细胞 期死亡	78.7	78.1

4. 孵化 两批催产, 孵化率分别为61.1—89.0%和32.0—52.0%, 盐度在30.0—32.0‰时, 水温在21.0—24.0℃范围内, 孵化率较高(见表4); 18.0℃和30.0℃两组试验水温未能孵出仔鱼。

(1) 水温与孵化所需时间的关系(见图1): 在适宜温度范围内, 水温较高, 孵化时间较短。在水温21.0—24.0℃, 盐度30.0—32.0‰时, 受精卵经27—33小时, 仔鱼破膜而出(胚胎发育的观察另文报道)。

(2) 不同容器放卵密度的孵化结果(见表5): 适量充气, 容器的形状、大小与放卵密度对孵化率几乎无影响。

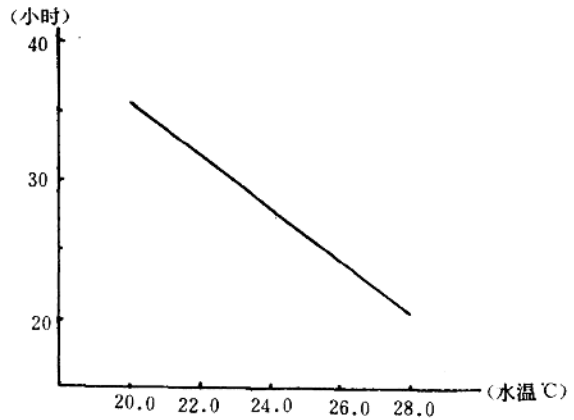


图1 水温与孵化所需时间的关系

表5 不同容器、密度的孵化结果

1985年11月盐田

容 器	容 积 (m ³)	受精卵密度 (粒/m ³ 水体)	孵化方式	孵化率 (%)	备 注
圆 桶 I	1	58000	充 气	73.5	水 温 21.3—24.2℃ 盐 度 30.0—32.0‰
圆 桶 II	1	19613	静 水	61.1	
方 桶 I	1.5	11898	静 水	78.1	
方 桶 II	1.5	11277	充 气	71.0	
网 箱	1.26	16121	充 气	89.0	

(3) 水的盐度与孵化率的关系: 平鲷受精卵在不同盐度的水中由于比重不同而处于不同的状态。据观察, 在盐度为22.0‰以下的水中, 受精卵为沉性; 在30.0‰以上的水中为浮性。在14.0—38.0‰的盐度中, 受精卵的孵化率见表6。

表6 不同盐度受精卵的孵化结果

水温: 18.6—23.6℃ pH: 8.3

1985年11月盐田

盐 度 (‰)	受 精 卵 数 (粒)	孵 化 率 (%)
38.0	100	38.0
30.0	100	61.0
14.0	100	45.0

(二) 人工育苗

第一批仔鱼在玻璃钢桶培育12天后移至水泥池 I 培育，育成全长16.0—21.5毫米的幼鱼212尾，后仔鱼期成活率为6.0%；第二批仔鱼在水泥池 II 培育，育成全长8.5—12.4毫米的稚鱼102尾，成活率为0.14%。

1. 不同饵料的育苗效果

(1) 单一饵料育苗试验：1986年1月1日至16日(水温13.2—20.6℃)进行了试验。仔鱼出膜后移入小水族箱(2万毫升水)，采用静水培育。每箱放仔鱼100尾，试验共分4组，各组的仔鱼，在肠道内有饵料，但蛋黄组、硅藻组和扁藻组的仔鱼头部弯曲，活了13天；轮虫组较好，仔鱼活了16天(见表7)。

表7 不同饵料水族箱育苗的试验情况

水温：13.2—20.6℃ 盐度：32.0‰

1986年1月盐田

水族箱号	饵料组别	鱼 苗 生 长 情 况 比 较 (毫米)					培 育 期 (天)
		1月1日	1月4日	1月7日	1月12日	1月16日	
I	轮 虫 组	2.8	3.2	3.7	3.9	4.1	16
II	蛋 黄 组	2.8	3.2	3.7	4.0		13
III	硅 藻 组	2.8	3.2	3.6	3.5		13
IV	扁 藻 组	2.8	3.2	3.7	3.8		13

(2) 不同混合饵料的育苗试验：1985年11月30日至12月11日(水温21.0—24.2℃)用同一批仔鱼，分在4个玻璃钢桶内饲养，行充气培育，到第12天时告一段落。试验结果见表8。从表8可以看出，投喂蛋黄和小球藻的仔鱼，存活率高于喂轮虫和小球藻的仔鱼。

表8 不同饵料玻璃钢桶育苗的试验情况

水温：21.0—24.2℃ 盐度：32.0‰ pH：8.15—8.30

1985年12月盐田

玻璃钢桶号	饵料种类	鱼苗生长情况比较 (毫米)				试验开始 数 量	试验结束 数 量	成 活 率 (%)
		85.11.30	12.3	12.5	12.10	11.30	12.10	
方 桶 I	蛋黄、小球藻	2.84	3.25	3.45	3.65	13939	1161	8.30
方 桶 II	轮虫、小球藻	2.84	3.30	3.50	3.72	18080	801	4.40
方 桶 III	轮虫、小球藻	2.84	3.30	3.35	3.80	12010	226	1.88
圆 桶 I	蛋黄、小球藻	2.84	3.46	3.50	3.80	11983	1104	9.20

2. 不同水体的育苗情况 首批鱼苗从玻璃钢桶移进水泥池 I 继续饲养，仔鱼长到20天后投喂桡足类幼体。小水族箱作对照组观察仔鱼发育情况。第2批鱼苗在水泥池 II 内饲养。两批育苗的详细结果见表9。第1批育苗试验，以水泥池 I 的效果为好(水温范围17.6—21.5℃)，池内水质稳定，温差小；而水族箱水质变坏，温差大(水温范围13.0—21.4℃)。

水泥池培育的仔苗,出膜后29天发育至稚鱼期;而水族箱的仔鱼,出膜后36天仍未发育至稚鱼期。

水泥池 I 的稚鱼(育到45天时)过多摄食桡足类,腹胀,胃中桡足类不消化,稚鱼有死亡现象。水泥池 II (水温范围17.6—20.8℃)的仔鱼长到11天时,由于轮虫不足,连续加量投喂了蛋黄(每天8克/立方米水体),仔鱼摄食后,腹胀,在水面上打转,随后大量死亡。

表9 小水族箱与大小池育苗效果比较

水温: 17.6—21.5℃ 盐度: 25.0—34.0‰ pH: 8.15—8.30

盐田

结果 项目 试验批次	组别	水体 (m ³)	放养时		密度 (尾/m ³)	12月27日比较		成活率 (%)	试验结束时		成活率 (%)	备注
			仔苗数 (尾)	全长 (mm)		鱼苗数 (尾)	全长 (mm)		鱼苗数 (尾)	全长 (mm)		
第1批试验 1985.12.10— 1986.1.19	水族箱	0.05	26	3.50	520	24	6.0	92.2				移出室外培育
	水泥池 I	39	3485	3.70	89	3216	8.5	92.3	212	19.0	6.0	
第2批试验 1985.12.31— 1986.2.3	水泥池 II	70	73467	2.80	1049				102	10.4	0.14	

3. 不同盐度对仔鱼存活的影响 在水温18.6—23.6℃,用7个5000升玻璃缸,分不同盐度组观察仔鱼的存活时间。试验结果如图2。在盐度22.0—30.0‰范围组内,存活时间较长。

4. 鱼苗的生长和发育情况 对出膜后的仔鱼和育苗阶段的鱼苗发育和生长情况进行系统取样观察和测定,结果如表10。

表10 平鲷鱼苗发育情况观察记录

出膜 天数	全 长 (毫米)	形 态 和 生 态 特 点
1	2.60—3.00	头部紧贴卵黄囊,卵黄囊椭圆形。眼、尾部中段及油球上有黑褐色色素丛。
2	2.84—3.30	卵黄囊消失2/3,游泳活跃,均匀分布于水中,静止时仍倒挂。
3	3.20—3.30	卵黄囊大部分被吸收、开口。活力强,能停留在微充气水流中。
5	3.26—3.40	油球消失,肠道变粗。平游、摄食轮虫和鸡蛋黄。
7	3.30—3.50	鳔出现,鱼苗不大游动,在镜检下容易死亡。
11	3.40—3.64	胃肠盘曲,尾鳍鳍条清晰可见。活动于水中上层,喜于光弱的地方。
25	5.0—8.0	胃中轮虫多,背、腹鳍长出原基。鱼苗集群游于水中、上层。
29	10.5	背、臀、胸、腹鳍全已形成,体形已与成鱼相似。
40	11.5—12.0	头部大,体半透明,胃肠充满桡足类。游于水中层,见人即潜入池底。
52	16.0—21.5	鱼体外形具成鱼特征,头钝,可见鳞片,体有5条浅黄绿色横带,腹部银白色。在水中分散游动索饵,较大者于水中下层。

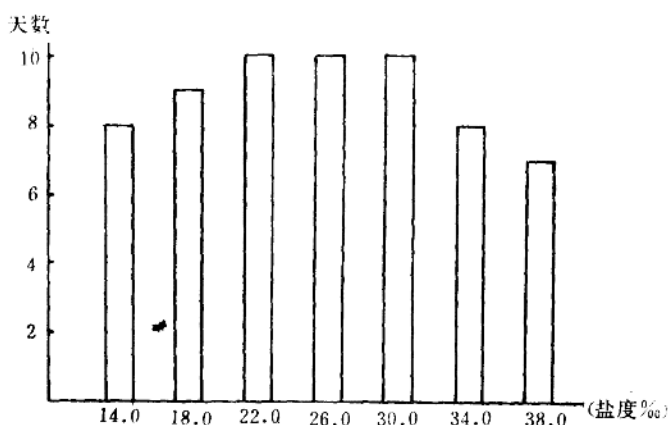


图2 盐度与仔鱼存活时间的关系

三、讨 论

1. 平鲷从幼鱼到成鱼的池塘培育，喂足精饲料，经常换水，能使4龄亲鱼性腺成熟，达到催产目的。

2. 平鲷属一次成熟分批产卵类型，经注射激素后，一般排卵2—3次。

3. 据所做的实验，在水温18.0℃以下，受精卵分裂至多细胞期即死亡；在1985年12月29日以后所得的受精卵，由于水温较低，孵化、成苗率均低；在同批鱼苗而不同水体的育苗中，水泥池的水温较高，仔鱼29天发育至稚鱼期，而水族箱的水温较低，仔鱼36天仍未发育至稚鱼期。平鲷的人工繁殖及早期鱼苗培育，应以19.0—26.0℃的水温范围为宜。

4. 第二批仔鱼培育至第11天时，喂了过多的蛋黄，引起了大量仔鱼死亡。显然，喂蛋黄过量是引起仔鱼消化不良而死亡的主要因素。所以在仔鱼饲育中，不能喂过量蛋黄。

5. 从饵料试验中，单一饵料未能育成鱼苗，而依次使用蛋黄、轮虫、桡足类等混合饵料，能培育仔鱼成幼鱼。

参 考 文 献

- (1) 苏锦祥等，1979，鱼类学与海水鱼类养殖，农业出版社，219—220。
- (2) 厦门水产学院海水养鱼小组，1978，真鲷人工繁殖与苗种培育的试验，动物学杂志(1)，1—6。
- (3) Ben-Yami, M. Nash, C. E., Koningsberger, R. M. et al. 1981, Aquaculture of Grey Mullet, Cambridge University Press, 265—302.
- (4) Kungvanky, P. et al. 1984, Biology and culture of Sea Bass, NACA, RLCP, 28—42.
- (5) 袁永基、郑澄伟、谭元聪，1979，大鳞鲷人工育苗的初步试验，梭鱼鲷鱼研究文集，农业出版社，212—222。
- (6) 江苏省水产科学研究所等，1979，梭鱼人工繁殖与育苗的研究，梭鱼鲷鱼研究文集，农业出版社，162—166。
- (7)、(8) 日文参考文献略。

PRELIMINARY STUDIES ON THE ARTIFICIAL PROPAGATION AND THE SEEDLING REARING OF FLAT BREAM, *Rhabdosargus sarba* (Forsk.)

Ma Ronghe, Li Jiaer, Ding Yanwen,
Zhou Hongtuan and Zheng Jianmin

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences)

Abstract

Flat breams used for experiment were reared in a rectangular concrete pond from young fish to mature adult through four years. By using the brood fish injected hormone, the artificial fertilization and rearing of the larvae were carried out, and growth of larvae were observed from 22 Nov. 1985 to 3 Feb. 1986 at Yantian Marine Culture Experiment Base of South China Sea Fisheries Research Institute.

As the result of 3-time injections of 1500 units of HCG and 200 ug of LRH-A or 300 ug of LRH-A per kg body weight of female, five specimens (1000-1250g) spawned after 58 hours of injection. At the water temperature range of 21.0-24.0°C, hatching takes 27-33hr.. Hatching rates are 61.1-89.0%.

Rearing experiments of the larvae were carried out. Larvae in 29 days after hatching are 10.5mm in total length, development stage is transferred from postlarvae stage to juvenile stage. The larvae attained 16.0-21.5mm in total length in 52 days after hatching and the largest one being young fish. Survival rate in 52 days is 6.0%.

Concerning the growth and survival, the food of the larvae and ecology observed under the rearing conditions are also discussed briefly.

深圳湾筏式养殖牡蛎的食料

黄宝玉 邱礼强 李永凡

(中国水产科学研究院南海水产研究所)

提 要

筏式养殖牡蛎是立体利用水体中丰富的浮游生物,其养殖和育肥效果均较理想的养殖方法。关于牡蛎食料的研究,过去虽都证实是以微小浮游生物为食料,但由于大多是取自“地播式”养殖的资料,难以全面反映情况。对牡蛎食料的转变问题,也尚未取得一致意见。为此于1982年3月至1983年3月在深圳湾结合海区饵料基础的调查,对筏式吊养牡蛎的食料进行分析,结果表明,牡蛎食料转变受海区、季节性变化和内在机理所制约。

深圳湾地处珠江口东侧的一个内湾,湾内有深圳河淡水流入,湾口与珠江相通,来自深圳河与珠江的冲积的营养物比较稳定,涨落潮使淡咸水经常交汇,湾内水质肥沃,浮游植物繁盛,是贝类成育的优良场所。

长期以来,渔民利用这一广阔的海涂进行“地播式”牡蛎养殖业。为提高牡蛎产量,于1978年引进筏式吊养法,这种方法使牡蛎能充分利用水体中的浮游生物。为选定适宜的吊养深度和范围进行牡蛎养殖生产,我们分析了吊养区的浮游生物分布和牡蛎的摄食状况,以期选择牡蛎理想的养殖水域,提供理论依据。

国内外许多学者曾经对牡蛎的食性进行过研究⁽²⁾⁽⁴⁾⁻⁽⁷⁾,证实牡蛎是以微小浮游生物为食料,但由于受养殖方法的限制,所搜集的样品几乎全来自底层,故对牡蛎的食性未能得到全面了解,对牡蛎食料的转变问题看法亦不尽一致。本文着重探讨深圳湾筏式养殖牡蛎的食料及其所在水域环境中微、小型生物,对牡蛎的食料变化和最适食料作了研究。

一、材料与方法

1982年3月至1983年3月调查的定点观察站,设在本湾接近湾口鸡西水域的筏式养殖区(图1),其范围有10—15万平方米,预计可发展1000台筏,目前仅利用1/3面积。取样点位于本区的试验筏内,隔月采获不同层次吊养的牡蛎(每次每层各取3—5个),并逐月测定该水域的温、盐、深等海况和用1公升定量瓶,在不同水层(分表层、1米层、底层)采集了浮游生物的水样。

样品处理:Ⅰ、浮游生物的水样,当场用鲁哥氏溶液固定,沉淀约24小时,浓缩后的样品用4%的甲醛液固定保存。Ⅱ、牡蛎样品,每次在不同层次取二龄牡蛎,现场开启,取出肉

质部,即用10—15%甲醛液固定,并按层编号。牡蛎消化道解剖之前,则多次用蒸馏水冲洗牡蛎肉质部的各部位。收集消化道内的食料,采用吸管穿破吸取法和冲洗相结合。食料的种类和个数的定性、定量的观察,计数操作过程,基本上与浮游生物样品的处理法相同。

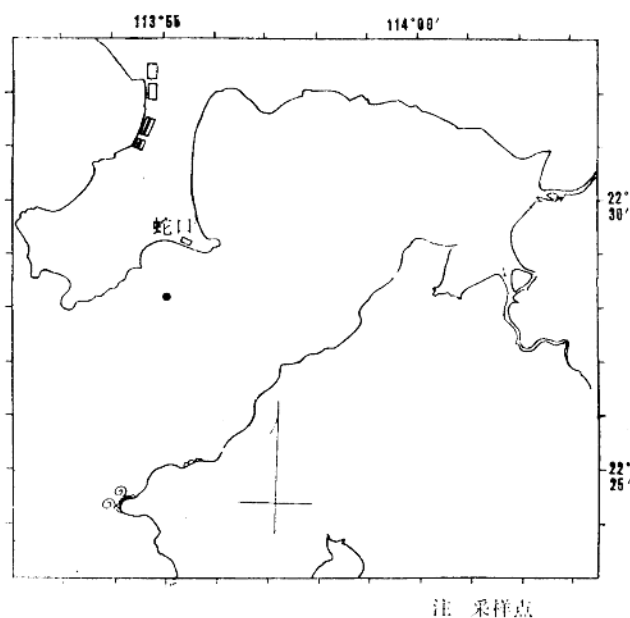


图1 深圳湾筏式养殖区的观察站

二、结 果

(一) 筏式养殖内各水层微、小型浮游生物的分布

1. 浮游植物 本海区素以硅藻类为高生物量的水域,但在不同季节里,由于水文条件的急剧变化,浮游植物各类群比例关系亦有着较明显的变动,其表现:

(1) 1982年5月骤然出现较大量的蓝藻、黄藻、甲藻、绿藻等浮游淡水藻中的蓝球藻、鞘丝藻、颤藻、席藻、黄丝藻、裸甲藻、角甲藻、栅列藻等,其总量远远超过硅藻而形成该月份浮游植物组成的主要类群。这些非硅藻类的浮游藻类较高生物量的分布状况是:表层为 32×10^4 个·升⁻¹, 1米层处次之,为 21×10^4 个·升⁻¹, 底层甚低,为 4×10^4 个·升⁻¹。

(2) 1982年8月,浮游植物中仍然出现一些浮游淡水藻,由蓝藻的颤藻、平裂藻、席藻、鞘丝藻,甲藻的裸甲藻、角甲藻,绿藻的鼓藻(Cosmarium)和针联藻(纤维藻)等种类所组成,但这些藻的生物量分布状况,表层含量稍高,为 5×10^4 个·升⁻¹, 1米层则低,为 0.8×10^4 个·升⁻¹, 底层亦高,为 6×10^4 个·升⁻¹。然而,此时硅藻类已成为浮游植物的主要类群,其种类以海链藻为主,角刺藻等为次。较高生物量出现在表层,达 34×10^4 个·升⁻¹, 1米层稍低,为 18×10^4 个·升⁻¹, 底层为 25×10^4 个·升⁻¹。

(3) 1982年10月硅藻类在浮游植物群落中仍居首位,其种类却以斯氏布纹藻小弯变种

为主, 骨条藻、圆筛藻、海链藻、菱形藻、斜纹藻等次之。较高生物量分布在表层, 为 28×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹, 其占浮游植物生物量的 94.9%, 1 米层与底层的硅藻量虽稍低, 分别为 2.5×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹、 3×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹, 但它们占其总量的比率却不低, 为 91.4%、81.5%。此时甲藻及其他浮游淡水藻的生物量都不大, 其含量, 表层为 1.5×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹, 1 米层为 0.2×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹, 底层为 0.8×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹。

(4) 1982 年 3 月和 1983 年 3 月, 该水域中均以硅藻居浮游植物的首位, 然而其生物量不大, 高值为 2×10^4 个 $\cdot$ 升⁻¹, 见图 2。

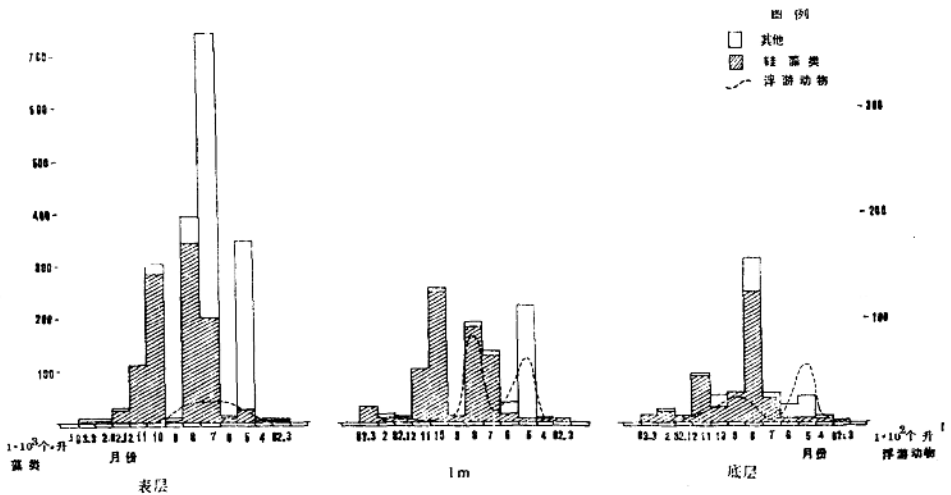


图 2 鸡西筏式养殖区不同水层中三类生物量的月变动

2. 小型浮游动物 本水域小型浮游动物种类及其数量分布, 明显地呈现季节性和垂直的变化。

(1) 1982 年 3 月, 该水域小型浮游动物种类稍多, 如枝角类, 桡足类的小毛猛水蚤、拟哲水蚤及其六肢幼虫和石砌幼虫, 拟铃虫, 薄铃虫, 多毛类幼虫, 仔鱼类, 但其生物量却很少, 少于 15 个 $\cdot$ 升⁻¹。

(2) 1982 年 5 月, 种类较为单一, 主要为拟铃虫等, 其生物量分布, 表层较低, 为 1×10^3 个 $\cdot$ 升⁻¹; 1 米层和底层为 $5-6 \times 10^3$ 个 $\cdot$ 升⁻¹。

(3) 1982 年 8 月, 六肢幼虫、拟铃虫的较高生物量分布在 1 米层, 为 8×10^3 个 $\cdot$ 升⁻¹。

(4) 1982 年 9 月, 其种类出现稍多, 有拟铃虫和小型浮游甲壳动物的拟哲水蚤、六肢幼虫, 腔肠类幼虫, 有孔虫, 住囊虫等。而较高生物量分布在 1 米层, 为 4×10^3 个 $\cdot$ 升⁻¹。表、底层为 $1-2 \times 10^3$ 个 $\cdot$ 升⁻¹。

(5) 1982 年 10—12 月, 小型浮游动物种、数甚少, 其层次分布除底层中拟哲水蚤及其幼虫的生物量稍多, 为 $7-8 \times 10^2$ 个 $\cdot$ 升⁻¹外, 其余种类出现量均极少, 而表层、1 米层的生物量更少。

从上述小型浮游动物种、数消长而论, 显示两个不同时期的变化特点: 1982 年 4—9 月

间,其种、数相应比1982年3月及10—12月多。尤其是此类浮游动物的生物量变化与硅藻量的消长有一定关系,往往是由于硅藻旺发而促使这些浮游动物随之增殖。

(二) 筏式养殖牡蛎的食料

深圳湾鸡西水域筏式吊养牡蛎的主要品种——近江牡蛎 (*Ostrea rivularis* Gould), 这种牡蛎体型较大,摄食量比较多,通常以滤食微小浮游生物为生。其食料种类包括浮游植物和动物等。

1. 食料组成

(1) 牡蛎的植物性食料系由低等藻类所构成,包括硅藻、甲藻、蓝藻、金藻、黄藻、绿藻等类群,其中以硅藻类出现的种、数最多。在硅藻类中记录有圆心目的23个属,其中常见的有圆筛藻、小环藻、直链藻、骨条藻和海链藻等属的31个种、2个变种和2个变型;羽纹目有34个属,常见的有菱形藻、双菱藻、舟形藻、月形藻、弯杆藻、双壁藻、斜纹藻和布纹藻等属的39个种,9个变种,2个变型。甲藻类出现有原甲藻、角甲藻、多甲藻、翅甲藻、裸甲藻等13个属。蓝藻中记录有颤藻、席藻、平裂藻、色球藻、尖头藻、束毛藻、鞘丝藻等12个属。金藻以硅鞭藻和 *Ebria tripartita* 为常见。绿藻出现有鼓藻、栅列藻等5个属。此外,尚有低等植物孢子。

(2) 牡蛎的动物性食料,主要是小型浮游甲壳动物的桡足类、介形类、枝角类等种类,尤以桡足类的拟哲水蚤、角水蚤、小毛猛水蚤及其六肢幼虫、瓣鳃类幼虫、藤壶幼虫、腺介幼虫、石砌幼虫、多毛类幼虫、腔肠类幼虫及拟铃虫为常见。在逐流量较大的季节里,牡蛎食料中有同尾轮虫、异尾轮虫、叶轮虫、舞跃无柄轮虫、盖氏轮虫、单趾轮虫、狭甲轮虫等,但其出现量都不大。此外,还出现有孔虫、线虫、纽虫、螅体、海绵骨针、细菌等。

2. 不同水层吊养牡蛎食料组成的季节变化

归纳整理小于70厘米、70—140厘米、大于140厘米的三个不同水层吊养牡蛎的食料组成及其摄食量等方面,有着明显的季节变化。但在不同水层吊养牡蛎滤获各类食料生物的变动趋势却基本一致。现以1982年3、5、8、10月份作为季度月分析,在70—140厘米水层吊养牡蛎滤食各类群生物量值及其比率的变动状况如下(图3):

(1) 1982年3月,牡蛎的摄食量较高,为每一牡蛎 107×10^2 个。此时,其食料成分是以植物性的硅藻为主。仅硅藻量则占其食料组成的90.2%,甲藻和其他藻仅占8%,小型浮游动物占1.6%。

(2) 1982年5月,其食量则有明显的减少,仅为每一牡蛎 58×10^2 个。而所滤获的食物种类却较为复杂:在食料组成中,硅藻仅占54.0%,甲藻及其他藻占30.5%,浮游动物占15.4%。

(3) 1982年8月,其摄食量较低,为每一牡蛎 24×10^2 个,而在食料组成上与1982年5月基本类似,其中硅藻占44.7%,甲藻和其他藻占25.2%,浮游动物占30.0%。

(4) 1982年10月,牡蛎的摄食量已达到全年的最高值,为每一牡蛎 425×10^2 个。在食料组成中以植物性的硅藻为主,所滤获的硅藻量已达94.1%。

(5) 1982年12月,其摄食量明显减少,仅为每一牡蛎 83×10^2 个,但在食料组成中,硅藻占的比例数稍高,为75.8%,甲藻和其他浮游藻为12.2%,浮游动物占11.9%。

从上述牡蛎各类食料的变化中,可归纳为三个时期的特点:①1982年3、5月间,滤获