

综 述

海产鱼类人工育苗技术的初步探讨*

ON THE ARTIFICIAL CULTURE OF MARINE FISHERIES FINGERLING

张 寿 山

(福建省水产厅)

Zhang Shoushan

(Fisheries Department of Fujian Province)

提 要

据不完全统计,截至1981年底,日本已对25科52种海产鱼类(不包括降海和溯河鱼类)进行了人工育苗研究。真鲷 *Pagrus major***、黑鲷 *Mylio macrocephalus****等6种已建立年产苗种达100万尾以上的生产技术;年产达几万至几十万尾的种类有褐菖鲉 *Sebastes marmoratus* 等10—20种。育苗方式以室内水槽高密度育苗为主。日本人工育苗技术开发的要点:1.开发了与多数海产鱼分批产卵型的繁殖特性相适应的自然产卵的采卵技术;2.开发了适口优质的生物饵料和人工配合饵料并建立饵料系列;3.建立生物饵料大量培养技术。文中着重探讨和讨论了我国和日本海产鱼类人工育苗生产和科研几个方面的异同点,并就我国海产鱼人工育苗工作提出了几点探讨性的看法。

本文拟在概述日本海产鱼人工育苗研究和生产情况的基础上,讨论一下日本在这方面的技术开发要点,当前存在的问题,以及我国和日本在这方面科研和生产上的异同点,并对我国海产鱼人工育苗工作提几点探讨性的意见。

(一) 日本海产鱼人工育苗的历史和现状

日本海产鱼人工育苗的研究,最早是为了研究某些鱼类的早期生活史开始的。因为在天然海域中不易采集到海产鱼早期胚胎发育的标本,也不易鉴别各种海产鱼的早期仔鱼。所以开始进行人工繁殖海产鱼的工作,其目的是为了得到生物学研究的材料^[69]。因此这阶段是一个基础研究阶段,然而尽管这阶段的目的是为了生物学的研究,但客观上为人工苗种生产积累了经验。再进一步,由于生产上的需要,这项研究逐步转为以人工育苗生产的应用研究为主了,不过它仍然继续作为资源和分类学等基础研究的一种手段^[69,70]。此阶段始于本世纪五十年代末期。至于海产鱼人工育苗生产,那是在突破海产鱼

* 本文承中国科学院海洋研究所徐恭昭副教授、郑澄伟先生,厦门大学何大仁副教授,福建省水产研究所郑镇安所长审阅并提出宝贵意见;原稿第一、二部份承日本国福冈县栽培渔业中心次长大隈巡,吉村研治两先生指导而作成,在此一并志谢。

** 与 *Pagrosomus major* (Temminck et Schlössel) 为同物异名。

*** 与 *Sparus macrocephalus* (Basilewsky) 为同物异名。

仔鱼的“饵料关”之后,也就是在用海水培养的轮虫和天然采集的浮游生物结合起来培育真鲷仔鱼取得成功的1965年开始的。1965年,日本人育苗对象只有6种^[11],至1981年底为止据不完全统计(不包括香鱼等降海和蛙鲷等溯河鱼类)人工育苗生产和研究对象已发展到25科52种(表1)。现已建立大量生产技术全国年产苗种100万尾以上的海洋经济鱼类有真鲷、黑鲷、红鳍东方鲀、大头鲷、黄盖鲷、牙鲆;

表1 日本海产鱼苗种生产、研究现状

科名	序号	种名	采卵方法**	仔稚鱼培育成活率	生产和科研规模	近期主要生产、研究单位和个人
鲷科 Sparidae	1	真鲷 <i>Pagrus major</i>	3.	80—40% (育至80毫米)	大量生产***	北岛(1978) ^[22]
	2	黑鲷 <i>Mylio macrocephalus</i>	3.	20—80% (育至50毫米)	大量生产	笠原(1960) ^[23] , 伏见(1919) ^[24]
	3	平鲷 <i>Rhadobosargus sarba</i>			批量生产	原田(1967) ^[25]
	4	南方黑鲷 <i>Acanthopagrus strickalus</i>	1.3.			多和田真周ら(1977) ^[26]
	5	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>				
石鲷科 Hoplegnathidae	6	石鲷 <i>Hoplegnathus fasciatus</i>			批量生产	福所(1975) ^[27] , 1979) ^[28]
	7	斑石鲷 <i>Hoplegnathus punctatus</i>	3.		试验阶段	原田ら(1970)
石鲈科 Pomadasyidae	8	三线矶鲈 <i>Parapristipoma trilineatum</i>			"	"
	9	胡椒鲷 <i>Plectorhinchus pitus</i>			"	
	10	花尾胡椒鲷 <i>Plectorhinchus cinctus</i>			"	
裸颊鲷科 Lethrinidae	11	猪鼻裸颊鲷 <i>Lethrinus choerorhynchus</i>	3.		"	
	12	红鳍鲷 <i>Lethrinus haematopterus</i>			"	
鲆科 Bothidae	13	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	1.3.	40% (育至80毫米)	大量生产	平林(1979) ^[29]
鲽科 Pleuronectidae	14	石鲽 <i>Kareius bicoloratus</i>	3.	80—40% (同上)	批量生产	高越(1977) ^[30]
	15	黄盖鲽 <i>Limandayokohamae</i>	3.	80—40% (同上)	大量生产	福永(1976) ^[31]
	16	格氏虫鲽 <i>Eopsetta grigorjewi</i>			试验阶段	今冈要(1976) ^[32]
	17	鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	1.3.		批量生产	伏见(1974) ^[33] , 1979) ^[34]
鲷科 Scorpaenidae	18	宽鲈 <i>Lateolabrax latus</i>			试验阶段	
	19	红点石斑鱼 <i>Eoinephelus akaara</i>	3.		"	
	20	光鲈鲷 <i>Sebastes inermis</i>			"	
	21	褶富鲷 <i>Sebastes marmoratus</i>			批量生产	三重县水试(1981) ^[35]
鲷科 Scorpaenidae	22	许氏鲈鲷 <i>Sebastes schlegelii</i>			试验阶段	佐佐木(1981) ^[36]
	23	日本鬼鲷 <i>Inimicus japonicus</i>			"	
	24	日本鲈 <i>Scomber japonicus</i>				
鲈科 Scombridae	24	日本鲈 <i>Scomber japonicus</i>				
隆头鱼科 Labridae	25	花鳍海猪鱼 <i>Halichoeres poecilopterus</i>				
鲷科 Stromateidae	26	银鲷 <i>Stromateoides argenteus</i>				

续表

科名	序号	种名	采卵方法**	仔稚鱼培育成活率	生产和科研规模	近期主要生产、研究单位和个人
鲷科 Garangidae	27	鲷 <i>Seriola guigueradiata</i>			批量生产	屋岛事业所 (1981) ^[37]
	28	黄条鲷 <i>Seriola aureovittata</i>			试验阶段	原田(1972)
	29	紫鲷 <i>Seriola purpurascens</i>			"	绿书房编辑部 (1979) ^[38]
	30	条纹鲷 <i>Caranx delicatissimus</i>			批量生产	土津井山(1979) ^[39]
	31	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>			试验阶段	青海山(1980) ^[40]
鲷科 Tetrodonti- dae	32	红鳍粗方鲷 <i>Fugu rubripes</i>	1.		大量生产	立石(1980) ^[41]
鳞鲷科 Balistidae	33	丝鳍粗单角鲷 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>			试验阶段	
	34	绿鳍马面鲷 <i>Cantherinus modeusus</i>	8.		"	
蓝子鱼科 Siganidae	35	褐蓝子鱼 <i>Siganus fuscescens</i>	8.		批量生产	新烟孝ら (1980) ^[42]
六线鱼科 Hexagrammidae	36	六线鱼 <i>Hexagrammus otakii</i>			试验阶段	松永繁ら(1974) ^[43] 长田明ら(1981) ^[44]
鲷科 Hemirhamphidae	37	鲷 <i>Hemirhamphus sajori</i>			"	
鳕科 Gadidae	38	大头鳕 <i>Gadus macrocephalus</i>			大量生产	
	39	狭鳕 <i>Toeragra chalcogramma</i>			试验阶段	前林ら(1979) ^[45]
鲷科 Cybiidae	40	日本马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>			"	
鲷科 Sillaginidae	41	多鳞鲷 <i>Sillago shihama</i>			"	平林(1976) ^[46] , 古贺山(1976) ^[47]
鰕虎鱼科 Gobiidae	42	刺鰕虎鱼 <i>Acanthogobius flavimanus</i>			"	
	43	舌鰕虎鱼 <i>Glossogobius olivaceus</i>			"	
箭鱼科 Xiphiidae	44	箭鱼 <i>Xiphas gladius</i>			"	
鲷科 Mugilidae	45	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>			批量生产	藤田(1979) ^[48]
金枪鱼科 Thunnidae	46	金枪鱼 <i>Thunnus thynnus</i>			试验阶段	近畿大学研究所 (1980) ^[49]
	47	黄鳍金枪鱼 <i>Thunnus albacares</i>			"	原田ら(1971)
	48	东方狐鲣 <i>Sarda orientalis</i>			"	原田ら(1974)
	49	扁舵鲣 <i>Auxis thazard</i>			"	" (1978)
	50	圆舵鲣 <i>Auxis tapeinosoma</i>			"	" (1978)
	51	鲣 <i>Katsuwonus pelamis</i>			"	" (1971)
石首鱼科 Sciaenidae	52	鲈状黄姑鱼 <i>Niber mitsukurii</i>				谷口(1979) ^[50]

* 降海和溯河鱼类及在现阶段旨在提供资源研究素材的人工育苗研究种类不列于此表。

** 参阅本文第二部份亲鱼和采卵一节。

*** 笔者把生产和科研水平划分为大量生产, 批量生产和试验性生产或试验阶段, 各指单种类全国(日本)年产100万尾以上; 10—100万尾; 10万尾以下。

**** 为 *Mugil So-uy Basilewsky* 的同物异名

达到一定生产水平(批量生产和接近批量生产)的鱼类有褐鳕、鲱鱼、鲈鱼、平鲷、褐篮子鱼、石斑、条纹鲈等^[21, 19-20]。此外,最近通过人工杂交,进行品种改良试验,培养了如真鲷(♀)×黑鲷(♂)等新的杂交种。

(二) 日本海产鱼人工育苗生产工艺

在日本海产鱼类中真鲷的人工育苗工作开展得较早,1978年北岛开发了百万尾大量生产技术,1979年全国苗种产量达2190万尾,居海水鱼人工苗种生产之冠,其育苗技术较为完善,也搞了不少基础研究,其他鱼类育苗技术系在它的基础上发展起来的^[51, 52]。福冈栽培渔业中心为日本大型的栽培渔业中心之一,建成于1979年,年产真鲷苗种30万尾。现拟以福冈栽培渔业中心真鲷人工育苗的生产工艺和技术措施为主,来介绍日本海产鱼人工育苗生产工艺模式^[53, 54, 55]。按其先后次序,分别叙述如下:

1. 亲鱼和采卵

获得大量成熟卵是种苗生产的先决条件。采卵用的亲鱼有刚捕获的野生成熟鱼和人工养成亲鱼。

采卵方法有:1.用刚捕获的野生亲鱼进行人工授精;2.用捕获亲鱼进行激素刺激产卵;3.用养成亲鱼在池中自然产卵;4.用养成亲鱼进行激素刺激产卵;5.采集天然卵。前三种方法于采卵后行人工授精。

1981年福冈栽培渔业中心采用的亲鱼平均体长58.5厘米,体重3.0公斤的6龄雌鱼40尾,雄鱼35尾。将鱼饲养于5×5×5米水泥的亲鱼饲养槽中。流水饲养。亲鱼放养密度为0.5—1公斤/米³;性比为1:1。自然产出的卵随流动的水溢出槽外,用安装于水槽外的采卵网(90×90×90厘米的化纤网)收集卵粒,水槽的结构原理和我国的家鱼产卵池相同,惟其水槽为立方形,溢水口外附有一采卵的水池,内敷采卵网。

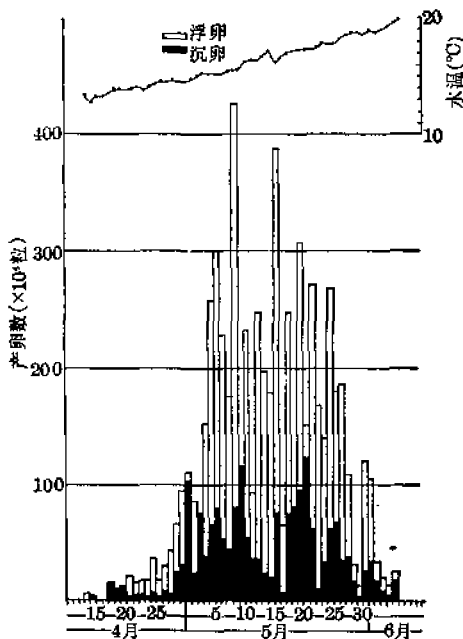


图1 产卵期间水温 and 采卵数的变化
(摘自参考文献[55])

2. 孵化

用网目2毫米的网除去鱼卵中的杂物并把浮沉卵分开,用重量法或容量法计算浮卵,以3—5万粒/米³的密度置于网箱或直接置于仔鱼培育槽中,边通气,边孵化。真鲷的孵化率达80—90%。

3. 仔稚鱼的培育

孵出的仔鱼最初培育于陆上水泥槽中称为“一次培育”;在仔鱼长成体长10毫米左右的稚鱼时,通常移到海上网箱内培育,称为“二次培育”。

(1) 一次培育 孵出仔鱼的放养密度,在10—30吨的水槽中,每吨水放养1—5万尾;150—200吨水槽则放养0.4—1.0万尾。培育仔鱼的海水在都经过过滤或仅于初期过滤。采用流水培育以防止水质恶化,但鉴于早期仔鱼的游泳力,且活饵料易流出,故在培育最初几天中以静止培育为主。静水培育时间的长短各单位不全相同,一般为6—10天。为使作为仔鱼饵料的轮虫不呈饥饿状态而降低营养价值,宜在培育槽中经常添加小球藻;通常应使水中小球藻的密度保持在 10×10^4 — 100×10^4 个细胞/毫升之间,饵料系列在各生产和试验单位略有不同。表2为长崎县渔业公社供给的几种仔稚鱼的饵料系列,

表 2 几种鱼类苗种培育所需的仔鱼和饵料量*

种 类	全 长(毫米)				生产 10 万尾种苗所需仔鱼和饵料量		
	12	15	20	40	仔 鱼 (万尾)	轮 虫* ($\times 10^6$ 个)	半年虫无节幼体 ($\times 10^6$ 个)
真 鲷 黑 鲷 石 鲷					30	100 (10)	不 需 要
香 鱼					15	300 (6)	不 需 要
红 鳍 东 方 鲀					40	150 (16)	7
牙 鲆					25	100 (8)	20

** 括号内的数字是 1 日所需投放轮虫的最高量。

* 据耕田隆彦(1981)^[43]。

与一般海产鱼的饵料系列⁽¹⁾有一些差别,同时,有的没有投喂丰年虫的幼虫。福冈栽培渔业中心于孵化 3 天后投喂轮虫。培育水中轮虫密度分午前、午后 2 次计数。初期应保持在 3 个/毫米³ 以上随着仔鱼的成长增加给饵量,同时,于 10 日龄前后投喂真鲷仔稚鱼用的配合饵料,全长达 7 毫米左右(16—17 日龄),开始投喂丰年虫幼虫等,在 100 吨水槽培育 30 天左右出苗规格 12 毫米左右时,单位水体出苗率一般为 0.5—1.5 万尾/米³,成活率为 30—60%。

(2) 二次培育 仔鱼成长至 7—12 毫米时,开始投喂鱼、贝、甲壳类肉糜以取代生物饵料。在此阶段为防止“同类相残”和培育槽水质恶化,多数单位把仔鱼移入海上网箱或分槽于陆上继续饲养。移养和分养时仔鱼体长以在 10 毫米左右为宜。虹吸或用提桶带水搬移。海水网箱大小为 2×2×2 米或 3×3×3 米,网目随生长而由 2 毫米增至 3 和 6 毫米。饵料系列为玉筋鱼、鲣鱼肉糜。育成 30—50 毫米的稚鱼需 30—40 天,若以育成 30 毫米稚鱼计,则从仔鱼至稚鱼的成活率为 30—70%;单位水体出苗率一般为 2000 尾/米³ 左右。从孵出的仔鱼至 30 毫米的稚鱼最终成活率为 10—40%,一般为 20—25%。

其他鱼类的仔、稚鱼培育方法与真鲷大致相同。黑鲷仔鱼按 1—1.5 粒/米³ 浮性卵的放养密度,在陆上水槽培育 34.5 天,体长达 12.8 毫米时一般成活率为 51.2%;稚鱼于海上网箱培育 44.2 天,出苗规格 50 毫米以上时一般成活率为 44.0%^[58]。长崎栽培渔业中心 1980 年生产 44 万余尾 30 毫米的黑鲷稚鱼,从卵算起(孵化率为 86.0%)经培育 65—81 天的最终成活率为 7%左右^[59]。牙鲆自孵出的仔鱼至变态时体长达 12.5—16.0 毫米,为时 34—41 天,于 10 吨水槽中培育,单位水体出苗率为 3600—8000 尾/米³,成活率 38%。稚鱼期在陆上水槽中的网箱内培育,历时 25 天,育成平均全长 30.4 毫米的稚鱼时,单位水体出苗率 5000 尾/米³,从孵出算起,最终成活率为 41.5%左右。

(1) 一般海产鱼种生产上通用的饵料系列: 双壳贝幼体(牡蛎幼体等)(孵出后 2—3 日)→轮虫(孵出后 4 至 30 日)→甲壳类浮游生物(桡足类、丰年虫幼虫等)(孵出后 18—18 日至 30 日)→鱼肉糜(孵出 15—25 日以后)

真鲷及其他鱼类仔稚鱼的培育的技术关键,是优选适当的饵料系列并适时适量投饵,注意水质管理和病害防治。水中溶氧量应保持于4毫升/升以上。故一般在40—100米³水槽中要安装10—5个气石,即按底面积每3平方米安装1—2个。平时保持池水清净,当仔稚鱼由投喂生物饵料,转为投喂鱼、贝和甲壳类肉糜时,尤应注意清扫池底,及时清除残饵和粪便,以抑制NH₄-N的含量。

4. 病害和畸形

人工培育的海产鱼苗畸形率相当高,尤以真鲷、鲷为甚。疾病也常出现。由于人工苗常有畸形等症,故多数养殖者宁愿采捕天然苗养殖。真鲷仔稚鱼的主要疾病已报道的有8—9种。福冈县栽培渔业中心在真鲷仔鱼期发现弧菌病,其病症为鳍、体赤糜烂,用千分之一呋喃尼斯全池泼施或药浴30分,予以治愈。

(三) 结语和讨论

1. 日本育苗技术开发和存在问题的探讨

日本海产鱼苗种生产的研究始于五十年代,六十年代中期突破了“饵料关”,促进了育苗技术的开发,七十年代中开发了真鲷等大量生产技术,加速了海产鱼苗种生产和科研工作的发展。人工育苗种类由1965年的6种至1981年达25科52种,如包括降海和溯河鱼类及一些正在试验中的鱼类,估计可达60种以上。其中真鲷、黑鲷等6种已达年产百万尾的水平;年产万尾至几十万尾苗种的鱼类有10—20种。由于真鲷等的生产技术一般也适用于其他鱼类,故预测不久的将来其会有更快发展。

由上述日本现行生产工艺来看,日本海产鱼育苗技术开发主要包括这样几个方面:①在对某些海产鱼繁殖生物学研究的基础上,掌握了在亲鱼饲养池中使其自然产卵的技术,同真鲷、黑鲷等分批产卵类型的繁殖习性相适应,能在产卵盛期优选大量成熟卵,来进行苗种生产;②在进行海产鱼类各发育阶段的口径和开口大小(开口率)、饵料选择性、日摄食量等仔稚鱼摄食生态和营养生理研究^[60]的基础上,开发了几种海产鱼仔稚鱼的优质饵料和饵料系列,使苗种的室内水槽高密度培育成为可能;③在进行饵料生物生态研究^[61]的基础上,开发了饵料生物大量培育技术,从而把育苗生产推向批量和大量生产阶段。生产10万尾真鲷,约需100亿个轮虫,日最高投饵量为10亿个。因此,饵料生物大量培育是室内水槽高密度人工苗种大量生产的关键。日本现在能大量培养的饵料有小球藻、轮虫(以*Brachionus plicatilis*为主);桡足类中的虎斑猛水蚤*Tigriopus japonicus*也能相当大量生产。七十年代以来由于出现了面包酵母和石油酵母与小球藻并用及小球藻二次强化培养技术^{[62-64](1)},轮虫生产密度由40—60个/毫升,提高到600—1000个/毫升。现用间疏法生产,在50米³水槽中每天可采收20亿个轮虫,而用接种法1米³水每次(培养后7—10日)可采收2—6亿个。

日本在海产鱼人工育苗生产上尚存在不少问题。主要有:①存在着海产鱼苗种生产向工业化发展同仔稚鱼饵料供应不足的矛盾,如虎斑猛水蚤,克氏纺锤蚤*Acartia Clausi*尚不能大量生产,有的单位依靠在海上点灯捞取;②存在着成活率不高及劳动生产率和养殖设施利用率低的问题;③许多鱼类还处于试验开发阶段,尚未进入生产阶段,因而当前日本海水养殖鱼苗主要来源仍依靠捞取天然鱼苗如鲷鱼等;④疾病防治和苗种畸变问题尚未解决,畸变率约为10—40%,是海水鱼人工育苗中普遍存在的问题之一。

针对这些问题日本正在对下列问题进行研究:①鉴别卵质优劣的研究,以期解决早期仔鱼成活率不

(1) 单独投与面包酵母培育的轮虫(称面包酵母轮虫)引起真鲷、石鲷仔稚鱼大量死亡,据研究表明真鲷等多数海产鱼类必需脂肪酸(EFA)与淡水鱼和日本对虾*Penaeus japonicus*不同,为20:5 ω_3 和20:6 ω_3 等高度不饱和脂肪酸(HUFA),但酵母轮虫的含量很少。他们于投喂前用高浓度小球藻液(1000—2000个体/毫升)对轮虫再培育6—24小时,使面包酵母轮虫吸收和富集小球藻中的20:5 ω_3 和20:6 ω_3 HUFA。

高的问题^[66];②亲鱼性腺发育、成熟规律、繁殖生理生态和排卵机制^[66,67,61,82];③仔稚鱼人工饲料的开发。此外,还致力于亲鱼饲料的开发,病害防治、畸形,同类相残等问题对策的研究。

2. 我国和日本在海水鱼人工苗种生产和科研诸方面的异同点

我国海产鱼人工育苗工作始于五十年代末期,至1977年,已能培育到种苗阶段的鱼类计有27种^[1],分别隶属于20个科,1979年,台湾省人工诱导遮目鱼成功^[2]。近年来开展了太平洋鲱鱼^[4],刺鲳^[4],绿鳍马面鲀^[6],弓斑东方鲀^[6],暗色东方鲀^[7],红鳍东方鲀^[8],铅点东方鲀^[9]等人工育苗和胚胎、仔稚、幼鱼的形态和生态的研究。我国开展海水鱼人工育苗的目的是为养殖生产提供苗种;以食物链级次低的种类如鲷鱼、梭鱼为主要生产和研究对象,近年来也对真鲷、黑鲷等食物链级次高的鱼类开展以建立大量生产技术为目的的研究。日本以中高档肉食性鱼和地方优势种(沿岸鱼类)为主要研究对象,生产的苗种供养殖和放流。日本现在已有6种鱼类达到百万尾以上生产水平,6—10种达万尾以上批量生产水平。而我国尚无百万尾以上生产水平的种类。达批量生产水平的有梭鱼;鲷、黑鲷接近批量生产水平。现就我国和日本在海产鱼类人工育苗方面的情况作一些比较探讨。

(1) 科研的重点问题 日本注重于基础和应用基础研究,而我国则着重于应用研究。例如日本强调首先在海水鱼内分泌学、繁殖生理和激素对性腺的催熟促产机制等基础方面的研究工作,而我国在研究上主要是拟把家鱼人工繁殖的一套技术用到海水鱼上应用试验。近年来虽搞了一些基础研究工作^[18-22],但与日本相比,尚有一定差距。又如对仔稚鱼的生态和生理研究,日本进行得较为深入,而我国在这方面做的工作不多。近几年我国在梭鱼的食性和饵料系列虽然已开始进行了一系列研究^[13,24],为梭鱼进入批量生产提供科学依据,但是对梭鱼仔稚鱼的营养生理、消化生理、以及生长发育方面研究工作尚未真正开展起来。基础研究工作的进展情况是反映科研工作深度、广度和水平的标志。这一点值得我国科研管理部门和各科研单位重视。

(2) 科研周期 科研周期也就是科研成果转化为现实生产力的速度问题。日本于五十年代末期正式开展真鲷人工育苗生产研究,至1978年建立大量生产技术,并迅速应用于增殖渔业生产。我国开展鲷科鱼类人工繁殖工作较早^[11],梭鱼的研究始于五十年代末六十年代初^[11],至1981年,梭鱼的人工育苗研究取得成功。这同日本研究真鲷的时间大致相同。但是日本现在真鲷人工苗已大量用于生产,而我国梭鱼人工繁殖研究在取得成功之后,就停顿下来,至今这项技术很少有在生产上加以应用的。这说明我国在这方面的研究能力是有的,但是存在着科研和生产脱节的问题。虽然着重于应用研究,但是不重视研究成果的应用。这是又一个值得注意的问题。

(3) 育苗方式和生产效果 日本海产鱼仔稚鱼的人工培育从一开始就走高密度集约式的工厂化育苗道路,一些工业化国家也多数采用这种方式。这种育苗方式具能高密度生产苗种,可循环利用水源、适于水源短缺的国家和地区,便于采用先进技术进行人工或半人工管养等优点;而我国则大多采用传统培养家鱼夏花和鱼种的方式。日本的育苗方式同我国鲤科鱼类传统的培育方式对比,我以为总的效率并不高,具体的说有如下一些弱点:

第一、附属设施庞大,实际出苗率不高。如福冈栽培渔业中心1981年以培育槽的面积计算单位水体出苗率2000尾(30毫米的稚鱼)/米³,但该处仔稚鱼培育槽与轮虫、小球藻培养槽面积之比为1.2:4:10,即培育槽与饵料培养槽之比为1:11.9,若把饵料槽面积统计入内则实际单位水体出苗率应为160尾/米³^[2],折合亩产10.67万尾,我国用土塘培育梭鱼仔稚鱼每亩出塘夏花鱼种达5.7万尾,最高亩产

(1) 福建省水产研究所,1974. 港养鲷鱼(*Mugil cephalus*)人工繁殖研究的初步报告。(福建)渔业科技情报,2:14—31。

(2) 生物饵料一般仅于仔鱼期投与,在统计实际水面出苗率时应扣除稚鱼期饵料培养池,但考虑到一贯培育法于稚鱼前期也投与生物饵料,且滤过系统等面积未统计入内,故未予扣除。

达10.8万尾;于小土塘培育黑鲷仔稚鱼折每亩出塘夏花(平均体长4.1厘米)5.3万尾。由此可见,水泥槽高密度育苗单位水体出苗率虽比我国土塘育苗高,但相差不大。第二、技术性强,生产较不稳定。高密度育苗是建立在对培育对象和饵料生物的生理生态等基础研究上,技术性很强;供仔稚鱼摄食的饵料生物靠人工大量培养,常因饵料培养中途失败而危及鱼苗。又据报道^[78],畸形等症状与于高密度培育时大量通气有关,而同类相残也因高密度而加剧。第三,设备费用大,管理人员多。一个大型栽培渔业中心投资达二亿五千万日元,其中为保证育苗而附属的成套设备费用占很大部份。管理人员多,如福冈栽培渔业中心6个24米³鱼苗培育槽及其附属饵料培养池的管理人员计3—4人,管理1844米³水面,折2.8亩,培养饵料所需劳力占总劳力的80%左右;我国土塘育苗一人管理水面约为2亩左右。第四、全人工投饵,生产成本高。水泥槽高密度育苗需投喂大量人工培养的生物饵料及鱼、贝、甲壳类肉糜等,故生产成本高。而土塘育苗是以施肥培育饵料生物生态系为主,辅之于人工投喂生物和非生物饵料,是人工生产力和自然生产力相结合的方法,故生产成本低。而且土塘由于底泥,大水体等条件,有利于不同发育阶段的仔稚鱼摄食。而水泥槽中的饵料生物靠人工投喂,种类单一,故培育期间发育较慢的仔稚鱼因得不到适口饵料而拉大生长发育差距,造成鱼苗大小相差悬殊,加剧同类相残。同时,有些鱼类仔稚鱼可能不适于水泥槽培育,如鲱鱼于仔稚鱼期栖息于海底,摄食泥土中的有机碎屑等,水泥槽的生态环境可能与鲱鱼的生态要求不适,故国外与台湾省用水泥槽培育鲱鱼,成活率很少超过20%,可能与此有关。这个问题有待今后在实践中进一步探讨。第五、成活率低。水泥池育苗成活率(至30毫米的稚鱼)很少超过40%,一般在10—40%左右,有的低于10%,而土塘育苗以梭鱼为例大面积的平均成活率(至夏花鱼种)高达76.9%。以上分析表明,现阶段室内水槽高密度育苗是一种高能耗、高投资、设备利用率和劳动生产率都较低的育苗方式,从经济学的角度来看,并不是一种理想的生产方式。日本有些学者也认为象真鲷之类肉食性鱼类在生态学上属于三级生产,即使利用配合饵料代替生物饵料进行工厂化生产,在经济上也不合算,故正在探讨其他育苗方式。如濑户内海栽培渔业中心1976年曾搞过土塘培育真鲷仔稚鱼试验,在深1米、面积6000米²的盐田改建的池中,从3.5毫米的仔鱼育成5厘米稚鱼50万尾,成活率为10%,成本为水泥槽的十分之一^[78]。据此,有的学者认为利用濑户内海沿岸的废盐田进行土塘育苗育成全长5厘米稚鱼,若管养得好,出苗率至少可达100尾/米²^[79],即亩产6.67万尾左右,是今后可供选择的育苗方式。由此可见,我国鲤科鱼类传统的育苗方式有室内水泥槽高密度育苗难于比拟的优点。

(4) 操作技术 海水鱼耗氧大,易脱鳞,不耐密集、挤碰,故在仔鱼阶段分养出塘时,日本都采用带水捕捉和虹吸等方法,耗时费力。或许我国淡水鱼苗种生产过程中的密集锻炼技术可用于海水鱼苗来提高出塘分养的工效。并在仔鱼长至10—15毫米阶段时可用过筛分离大小,以减少同类相残,从而提高成活率。

3. 关于海产鱼人工育苗生产和科研工作的探讨性意见

关于这个问题,国内已有专家^[18,19]提供过宝贵意见,现亦提出一些看法,以求指正。

(1) 增殖对象的优选问题 在加强增殖对象的人工育苗生产和技术研究的同时,应积极开展增殖对象人工育苗生产和科研工作,为今后发展增殖渔业打下基础,积累经验。增殖对象应以食物链级次低或杂食性鱼类为主,除鲱梭鱼类外,尚应积极开发罗非鱼类的尼罗罗非鱼等,遮目鱼,蓝子鱼、斑鲈;而增殖放流对象应特别优先考虑降海和溯河鱼类及食物链级次低的鱼类,如大黄鱼、小黄鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷等曾经是某一海区地方优势种的中、高档鱼类。

(2) 加强基础研究特别是应用基础研究 人工繁殖的历史经验表明,产卵多,得苗少,其基本原因在于在基础研究上尚存在薄弱环节,我们认为当前应着重研究增殖对象亲鱼的繁殖生物学包括卵质等问题,仔稚鱼的生态和营养生理以及各种主要生物和非生物饵料的营养价值,为探讨适宜的采卵方式和开发相应的育苗技术提供科学依据;研究饵料生物生态以促进开发仔稚鱼饵料生物的大量培养

技术, 研制仔稚鱼用的人工配合饵料; 根据海水鱼养殖特点和今后增殖放流, 增殖渔业发展的需要, 应从病理学和病原学等基础研究着手, 以期探讨免疫学的防治病害技术。

(3) 加强苗种大量生产技术的研究 当前海产鱼苗种生产上的突出问题是如何解决大量生产技术, 而育苗方式则是苗种生产能否进入大量生产水平的关键措施之一。如果采用我国传统的土塘育苗方式可能克服国外采用室内水槽高密度育苗存在的诸如成活率低, 成本高, 在生产上难于推广等问题。但我国土塘育苗技术尚存在经验性成份较多等弱点, 为此, 应从培育水体的生态系统的基础研究着手, 进一步探讨海水土塘育苗中理化因子与生物(培育对象和饵料生物)之间的关系, 探讨土塘的育苗生产机制, 使我国传统的育苗方法能建立在科学依据的基础上, 从而进一步发挖其生产潜力。与此同时, 进行室内水槽高密度育苗技术研究, 尤其在育苗生产处于小规模试验阶段时有必要采用这种方式以便取得精确的资料和数据。随着今后科学技术的发展, 这种育苗方式很可能会克服上述一些弱点而成为理想的育苗方式。

(4) 努力缩短科研周期 科研领导部门和科研单位应加强科研成果的推广工作; 生产单位要加强科技信息工作, 及时采用新的科研成果, 致力于技术改造, 使海水鱼人工育苗成果, 及时转化为生产力, 使我国的海水养殖业尽早开创一个新的局面。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所, 海洋鱼类繁殖研究组, 1977. 我国海洋鱼类人工繁殖概述. 1977年全国海水鱼养殖技术协作会议资料汇编, 5-10.
- [2] 萧世民, 曾雷强, 1980. 池中养成虱目鱼 *Chanos chanos* Forskal 之人工采卵与授精. 中国水产, 33:7-13.
- [3] 阎淑珍, 1981. 黄海区太平洋鲱鱼的孵化. 中国鱼类学会 1981年学术年会论文概要汇编, 28-29.
- [4] 张仁斋, 陆穗芬等, 1981. 刺鲷生殖习性和鱼卵、仔稚鱼的形态特征. 同上, 31.
- [5] 赵传烟, 1980. 绿鳍东方鲀的人工授精和仔鱼. 水产科技情报, 6, 1-3.
- [6] 贾长春等, 1979. 弓斑东方鲀人工繁殖初步研究. 水产科技情报, 7, 7-8.
- [7] 李明德, 1981. 暗色东方鲀的胚胎发育. 中国鱼类学会 1981年学术年会论文概要汇编, 74-76.
- [8] 李明德, 1981. 红鳍东方鲀的胚胎发育及几个试验, 同上, 76.
- [9] 雷霖霖, 1981. 铅点东方鲀胚胎及仔、稚、幼鱼的形态与生态观察. 同上, 77-78.
- [10] 何大仁, 肖金华等, 1981. 厦门杏林湾普通鲷鱼性腺组织学研究. 水产学报, 5(4):329-342.
- [11] 王良臣、刘修业等, 1981. 梭鱼中一腺垂体及其组织化学研究. 中国鱼类学会 1981年学术年会论文概要汇编, 62-68.
- [12] 梁淑娟等, 1979. 驯养在淡水的梭鱼人工繁殖试验. 海洋科学, 4(1):10-58.
- [13] 徐恭昭、郑澄伟等, 1982. 梭鱼苗在饲养条件下的摄食习性. 海洋科学, 4:48.
- [14] 李明德等, 1977. 梭鱼的食性与生长. 1977年全国海水鱼养殖技术协作会资料汇编, 25-27.
- [15] 郑澄伟、徐恭昭, 1977. 鲷科鱼类养殖历史和现状简述. 水产科技情报, 2:1-6.
- [16] 广东水产研究所, 1980. 红眼鲷人工授精孵化试验成功. 水产科技情报, 14:17-20.
- [17] 江苏省淡水水产研究所, 1982. 梭鱼人工繁殖及育苗技术研究完成鉴定. 江苏水产科学, 1:46.
- [18] 曾呈奎、徐恭昭, 1981. 海洋牧业的理论与实践. 海洋科学, 1:1-6.
- [19] 徐恭昭, 1979. 海洋鱼类资源增殖研究的几个问题. 海洋科学, 2:1-6.
- [20] 张寿山, 1982. 海洋增殖渔业的理论和若干技术问题的探讨. 水产学报, 7(3):279-286
- [21] 農業水産省統計情報部, 1981. 昭和 54 年農林水産統計報告. 56-54(水統-4).
- [22] 北島力, 1978. マダイの採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎水試論文集 5, 1
- [23] 笠原正五郎等, 1980. クロダイ人工孵化仔魚の飼育とその成長について, 日本誌, 26(8):239-243.
- [24] 伏见敏, 1979. 養殖用クロダイの種苗生産. 養殖, 16(1):81-84.
- [25] 日本水産學會編, 1975. 稚魚の飼育と発育(稚魚大量飼育). 水産シリーズ, 恒星社厚生閣,
- [26] 多和田真周ら, 1977. ミナミクロダイの種苗生産研究—I 親魚養成とふ化について. 沖縄水産事報(50年度), 75-79.
- [27] 福所邦彦, 1975. 人工ふ化養成イシダイの自然産卵による採卵. 長崎水試研報, 29-87.

- [28] 福所邦彦, 1979. イシダイの種苗生産に関する基礎研究. 長崎水試論文集, 6, 1—178.
- [29] 平林義春, 1979. ヒテメの種苗生産について. 栽培技研, 8(1): 41—51.
- [30] 高越哲男, 1977. イシガレイからの採卵における生殖腺刺激ホルモン剤の利用に関する——
III 未成熟個体に対する倍加的なホルモン投与方法の効果および成熟個体に対する適正投与量. 水産増殖, 25(1): 1—6.
- [31] 福永辰広, 1976. マコガレイの種苗生産, とくに稚魚期まごの水槽による一貫飼育について. 栽培技研, 5(2): 37—44.
- [32] 今岡要, 1979. ムシガレイの採卵とふ化仔魚の飼育. 栽培技研, 8(1): 83—85.
- [33] 伏見徹, 1974. 養成スズキの自然産卵について. 栽培技研, 8(1): 9—14.
- [34] —, 1979. スズキの種苗生産, ヒクに初期減耗と早期冲出し飼育. 栽培技研, 8(1): 53—61.
- [35] 三重県尾鷲水産試験場, 1981. 昭和52年～54年度指定調査研究総合助成事業報告書カサゴ種苗生産技術研究(总括), 1—29.
- [36] 佐佐木攻, 1981. クロソイの養殖種苗生産と養成について. 養殖, 18(7): 90—95.
- [37] 日本栽培漁業協会屋島事業場, 1981. ブリの種苗量産について. 栽培技研, 10(1): 85—97.
- [38] 土津井憲彰ら, 1979. 養成カメバチの成熟状態と人工採卵, ふ化仔魚の飼料について. 栽培技研, 8(2): 75—103.
- [39] 緑書店編集部, 1979. シマアジ種苗生産, 量産開始. 養殖, 17(8): 32—34.
- [40] 青海忠久ら, 1980. マアジの種苗生産. 栽培技研, 9(2): 58—59.
- [41] 立石健, 1982. トラフケ養殖入門(下)種苗生産の要求. 養殖, 19(1): 52—56.
- [42] 新畑孝信ら, 1980. アイゴの種苗生産. 栽培技研, 9(1): 75—80.
- [43] 松永繁ら, 1974. アイナメの採卵と仔魚飼育について. 栽培技研, 3(1): 61—69.
- [44] 長田明ら, 1981. アイナメの種苗生産技術開発研究.
- [45] 前林衛, 1979. スクトウダラ稚仔魚の飼育について. 水産増殖, 27(7): 137—141.
- [46] 平林義春, 1976. キスの種苗生産に関する研究——I 室内水槽における自然産卵について. 水産増殖, 24(1): 14—20.
- [47] 古賀文洋ら, 1979. キス種苗生産技術開発基礎研究. 昭和51年度福水試研報, 140—145.
- [48] 藤田矢郎, 1979. ナナダの種苗生産. 栽培技研, 8(2): 85—98.
- [49] 近畿大学水産研究所, 1980. 世界で初めてマグロの人工ふ化に成功. 養殖, 17(1): 14—15.
- [50] 谷口順広, 1979. ニベの人工ふ化と仔稚魚の飼育. 養殖, 16(7): 82—83.
- [51] 相良順一, 1980. 種苗生産に関する研究レビエウ. 水産増養殖に関する研究レビエウ, 133—140.
- [52] 斉藤雄之助, 1980. 南西海区における増養殖に関する報告レビエウ. 水産増養殖に関する研究レビエウ, 36—39.
- [53] 九州山口ブロック, 1979. マダイ種苗生産技術の現状と問題点. 日本水産資源保護協会, 1—179.
- [54] 大隈迫, 吉村研治ら, 1980. マダイの種苗生産について. 昭和55年度福岡県栽培漁業公社業務事業報告書, 1—13.
- [55] 张寿山, 1982. 日本における海産魚類の種苗生産の現状(特にマダイについて). (日文; 于中国水産研修生结业会上发表)
- [56] 松永繁, 1978. 海産魚の種苗生産における技術的問題点. 海洋科学, 10(9): 759—764.
- [57] 耕田隆彦, 1981. 種苗生産現場での初期餌料の調達. 養殖, 18(9): 89—91.
- [58] 山木章造ら, 1980. クロダイの種苗生産 1979年の経過. 昭和54年度事業報告書, 岡山水産試験場, 254—267.
- [59] 長崎県栽培漁業センター, 1981. 昭和55年度クロダイ種苗生産まとめ.
- [60] 代田昭彦, 1974. 水産餌科学. 恒星社厚生閣, 170—187.
- [61] 平山和次ら, 1973. 大量培養の基礎としてのシオミズツホムシの生理学的研究——II ワムシの増殖におよぼす藻類濃度の影響(英文). 日水誌, 89(11): 1123—1127.
- [62] 今田克ら, 1979. 魚介類種苗生産用酵母(油脂酵母)の開発. 日水誌, 45(8): 955—959.
- [63] 青海忠久, 1980. 油脂酵母ワムシの量産におけるクロレラ并用の効果. 水産増殖, 28(3): 115—121.
- [64] 福所邦彦, 1976. 大型水槽でのクロレラ, イースト并用によるワムシの量産. 水産増殖, 24(3): 96—101.
- [65] 日本水産学会編, 1974. 魚類の成熟と産卵——その基礎と応用. 恒星社厚生閣, 113—122.

- [66] 田中克哲, 1981. 養殖研の研究方向についての考察. 養殖研ニュース, 2:10-19.
- [67] 広瀬庆二, 1978. 海産魚の成熟末期の2,3の現象について. 海洋科学, 10(9):734-739.
- [68] 平野礼次郎, 1978. 对话“海産魚的稚仔魚飼育”-その研究の現状と問題点一. 海洋科学, 10(9):705-712.
- [69] 田中昌一, 1978. 資源研究からみた稚仔魚飼育の意義. 海洋科学, 10(9):713-720.
- [70] 水戸敏, 1979. 对话“魚卵稚仔の形質と系統”. 海洋科学, 11(2):87-99.
- [71] 編集部, 1965. 昭和39年度日本水産学会秋季会シンポジウム報告. 日水誌, 31(1):87.
- [72] 山口正男, 1978. タイ養殖の基礎と实际. 恒生社厚生閣, 1-414.
- [73] 藤田矢郎, 1978. マダイ稚魚期における変形魚の出現. 海洋科学, 10(9):721-726.
- [74] 渡边武ら, 1978. 脂肪酸組成からみたシオミズボワムシの栄養価. 日水誌, 44(10):1109-1114.
- [75] —, 1978. 仔稚魚用生物餌料蛋白質の栄養価. 日水誌, 44(9):985-988.
- [76] 宇都宮正ら, 1980. マダイふ化仔魚の飼育初期における通気の強さと鰾の開腔について.
- [77] 疗一久, 1977. 簡介台湾之烏魚人工繁殖試驗. 台湾省水産試験所, 東港分所研究報告叢書, 第三輯, 95-108.
- [78] 編集部, 1976. マダイ稚魚自然養育に成功. 養殖, 13(10):120.
- [79] Furukawa, 1976. The Aquaculture Industry in Japan-Its Present and Future. *Advances in Aquaculture*. Fishing New Books Ltd, 45-50.
- [80] Asano, I, 1976. Strategy for Future Development of Aquaculture in Japan. *Advances in Aquaculture*, Fishing New Books Ltd, 74-77.
- [81] Hirose, K., et al., 1977. Induced Ovulation of Ayu Using human Chorionic Gonadotropin(HCG), with Species Referenec to Changes in Several Characteristics of Eggs Retained in the Body Cavity after Ovulation. 日水志
- [82] Ibid., 1976. Induction of Ovulation in the Japanese Flounder (*Limanda yokohamae*) with Human Chorionic Gonadotropin and Salmon Gonadotropin, 日水志, 42(1): 13-20
- [83] Fujii, M. et al., 1976. Studies on Nutrition of Red Sea Bream XIII Effect of Dietary Linolenic Acid and ω Polyunsaturated Fatty Acid on Growth and Feed Efficiency. *Bull. Jan. Soc. Sci Fish.* 42(5) 583-588.
- [84] Fujii, M. et al., 1980. Effect of Dietary Dextrin Levels on the Growth and Feed Efficiency. the Chemical Composition of Liver and Dextrin in Fishes. *Bull. Jan. Soc. Fish.* 46(2): 225-229.
- [85] Ling, S. W. (林绍文), 1974. Keynote Addes. Proceedings of the Fifth Annual Workshop World Mariculture Society, 19-25.