

# 底栖鱼类牙鲆增养殖技术的研究

马军英译 李春生校

(中国科学院海洋研究所)

## 前言

牙鲆分布在萨哈林海沿岸及南中国海之间,在日本沿岸,从北海道到九州广阔的海域,牙鲆已成为沿岸渔业的重要对象。在1951年到1986年的36年里,日本的牙鲆年渔获量从6200吨增加到11200吨,其变动比较少。近年来,年渔获量为7000吨,低于平均数,但近6年来连续增加,1986年为8357吨。

牙鲆体长可达约1米,是海洋生物中的高层次生物,可以认为,幼稚仔期间存活下来的个体种群,显示了比较稳定的资源水准。但是,在分类学上被称为异体类的鲆、鲽类,在发育初期,在环境变化复杂的浅海水域,呈现其他鱼种所看不到的,眼睛移动与身体构造不对称的变态,并进入着底生活过程。这两个显著的形态及生态的变化,是鲆、鲽类生活史上最重要的特征,也是决定初期资源量的最大关键。

本计划的最终目的是在搞清鲆、鲽类生态特征和饲养场的各种环境的基础上,制订出一套行之有效的资源管理和养殖的综合性技术体系。因此,在第一期研究中,重点放在搞清鲆、鲽类幼稚仔的生态和动态,并掌握渔业的实际情况。本研究的样板水域选择了如下不同特性的海域:新泻县北部沿岸、五十岚浜、佐渡岛真野湾、山口油谷湾、长崎县五岛滩、平户岛志志伎湾、濑户内海的周防滩。

研究结果表明,有关牙鲆稚仔鱼的洄游和存活状况以及存活下来的个体的生活、个体群形成,在食性变为肉食性,并迅速扩大生活圈,以前的栖息场的饵料环境,与卵的补给有关的天然幼鱼数量变动,以及渔业的实际情况等方面,获得了诸多见解。

在鱼类种苗生产中,牙鲆作为仅次于真鲷的养殖品种,自从1970年前后,在各地正式进行了技术

开发,但是,达到大量生产化的目标,是在水槽内能够自然产卵以后的事情。与真鲷比较,牙鲆的种苗生产和放流历史显得短些。所以,在第二期重点放在主要运用种苗放流等实验生态学的方法,开发有效放流的技术研究上面。

第二期研究结果表明,在有关放流人工种苗的分布、生长、食性、肥度、适性添加场所和发育阶段,放流初期的驯化过程以及减耗机制;成为浮游期仔鱼主食的浮游生物,和成为着底期稚鱼饵料的糠虾类,钩虾类等的分布量、生活史、分布生态及生产量;牙鲆和黄盖鲽加入渔业资源后的分布、生长、食性、资源的利用实际情况等方面,获得大量的资料。

在第三期研究计划中,新增加了茨城县的鹿岛滩模式海域,并综合分析了已取得的研究成果,目的是进行以各海域的环境容纳力为基础的资源培养以及管理手段的开发,以促进研究。其结果,弄清了与底栖鱼类有关的食物链关系和饵料生物的生产过程,并以此为基础,开发了生态系模式,以及有关资源管理的见解。以下将介绍其研究成果,但由于篇幅有限,只好忍痛割爱,删去有关鲽类部分。

## 牙鲆的生态和资源管理 及培养技术

### ①牙鲆的生态

#### 1)牙鲆的生活史概况

牙鲆,雄性在3龄,雌性在4龄性成熟。其产卵期有南方早、北方晚的倾向,最早在熊本(1—2月),最晚在岩手(6—8月),约相差有半年。产卵期间约为2个月(最长达4个月)。在生殖期,分布在沿海的亲鱼,移动到水深80米以内的沿岸产卵。1次排卵数为50—60万粒。最终,一尾雌性牙

鲟可产卵650—3600万粒。卵经过1—2天的孵化,变成仔鱼,渡约1个月的浮游生活,经过变态,待长到全长15毫米前后,在紧靠近沿岸海域进行着底生活。着底稚鱼在以后约2个月间,主要生活在10米以内的低盐水域的砂底,长到7—10公分时,渐渐将分布水域扩展到沿海,从第二年开始,便进行夏天向深水、冬天向浅水这样反复进行的深浅移动,牙鲟具有在南方较北方生长快,雌性比雄性生长快的倾向。

### 2) 浮游期牙鲟仔鱼的分布

由于五岛滩北部海域潮流湍急,水流复杂,牙鲟浮游期仔鱼的分布状况在整个海域分散。但从1985年分布的情况来看,有多靠近平户周围沿海的倾向。从1982年到1987年的5月份的19个浮游期仔鱼的调查定点,平均密度是水量1000米<sup>3</sup>时,密度分别是11.9, 41.8, 50.0, 67.8, 27.0, 38.1尾。这六年中的浮游期仔鱼的密度,最大年和最小年约相差6倍。

### 3) 牙鲟稚鱼的接岸、着底机制

浮游仔鱼白天多分布在中、底层,夜间分散在上、中、底层。特别是变态期的仔鱼,夜间有浮到上层的倾向,在志志伎湾口部采集了随潮流流入的牙鲟仔鱼,其涨潮采集时入网个数多,且大部分是变态期的仔鱼,涨潮时有很多变态期仔鱼流入这个事实,说明仔鱼是从中、底层游到上层的,并且具备随向岸的涨潮流向靠岸边方向有效地输送的可能性。

这种实例,在达到着底场着底期的仔鱼采集量的潮时变化中也可以看到。从幼稚鱼的体长组成的分析来看,着底时期与大潮前后是相互对应着的。

饲养的牙鲟稚鱼在进行变态的同时,组织中的甲状腺素浓度开始变高,然后,变态达到高峰时,其浓度显著增加,随着变态结束,其浓度降低。据推测,甲状腺激素,不仅积极参与促进变态,而且在从沿海移动到岸边,即在“接受洄游”中亦发挥重要的作用。

### 4) 牙鲟稚鱼的着底

出现着底稚鱼的水深带和其时期,因海域的不同而异。在新泻市的五十岚浜,水深10米左右的浅海处可形成着底场,着底后生长起来的稚鱼个体,将到更浅的分布中心海域:在山口县油谷湾,牙鲟稚鱼从水深5米以上的海域开始着底,移到水深3米时几乎完全着底,而后,继续生长并依次移动到

水深1—2米的浅水砂底;在长崎县的志志伎湾,浮游期的牙鲟稚鱼被输送到0—3米的潮间带周围水域后,在就地着底,稚鱼的分布密度最高时期是在五十岚浜为7月下旬,在油谷湾为6月上旬,在志志伎湾为5月上旬,越往北着底时期就越往后拖。

以志志伎湾获得的竖网的渔获效率0.268,校正五十岚浜4米至8米水深带采集稚鱼尾数,再换算为相当于1米<sup>2</sup>的分布密度,进行比较时,洄游于这个海域的牙鲟稚鱼量的年变动是很大的,密度最高的1984年为0.131,最低的1985年0.001,此间,有100倍以上的差距。

以同样方法求出的志志伎湾的牙鲟稚鱼分布密度是1982年最高为2.6,1985年最低为0.6,虽然不象五十岚浜差距那么大,但也有6倍的差距。五十岚浜和志志伎湾的稚鱼的年变动倾向不一致,两处相差悬殊,后者分布密度高,而且,五岛滩的浮游仔鱼密度和志志伎湾的着底稚鱼密度之间呈负相关。这表明,浮游期的存活和接岸机制是不稳定的。

### 5) 牙鲟稚鱼的食性和成长

新泻市五十岚浜的着底稚鱼的主要饵等是糠虾类,但对糠虾类的依赖程度,每年都有所变动,在夏季,稚鱼的体长一天天直线增长。1986年和1987年的第一次洄游群稚鱼,平均一天增加分别为1.87毫米及1.64毫米。这个生长速度和糠虾的分布量之间呈密切的关系。

以温克勒尔法求出着底后的牙鲟稚鱼平时耗氧量是9.3 $\mu$ l/ind./h,以一尾稚鱼1小时的氧耗量( $\mu$ l)与净重量(mg)的关系,将氧气卡当量定为4.77时,着底稚鱼在维持生命所进行的一般索饵行动,就可以试算出一天需要1.06卡。如果将糠虾类的含热量,假设干重量1mg为5卡时,体长1.5毫米的牙鲟稚鱼饵料的糠虾含热量,一尾相当于0.086卡。其消化效率假设为80%时,着底后稚鱼需要的最低限度(零生长)的摄食量可推测为一天15.5尾糠虾。

着底后平均体长为11.5毫米的稚鱼,绝食后4天内存活100%,但从第5天开始出现死亡个体,到第10天全部死亡。着底后9天平均体长为17.3毫米的稚鱼,其耐饿性明显增大,约是11.5毫米稚鱼的一倍,着底后,在11.5毫米的稚鱼群中,有相当一部分稚鱼个体从饥饿第3天开始,体色变黑,同时,浮到水中。而着底后渡过7或9天的稚鱼,完全没

有看到这种上浮现象。在自然环境中亦可看到, 异体类着底稚鱼在饵料不足的情况下, 重新上浮回归进行浮游生活的现象。

### 6) 牙鲆在着底时的死亡

在饲养条件下观察发现, 在着底的同时, 仔鱼几乎停止活动和摄食, 静止在水槽底。这种状态持续1—2天, 仔鱼体背部出现黑色素细胞, 眼移动完成, 背鳍伸张鳍条收缩, 随后变态结束, 据报道, 在这个变态时期, 易出现牙鲆大量死亡。

在志志伎湾, 稚鱼着底后从11毫米到被认为存活率较稳定的15毫米之间, 稚鱼个体数减少1/5以下, 尤其在13毫米移向14毫米期间, 数量急剧减少。假设日生长速度为0.4毫米, 这段时间相当于6—7天, 这个日数几乎相当于在实验中获得的着底后稚鱼的耐饿性限度。

据报道, 在志志伎湾采集的着底后稚鱼中, 发现很多个体空胃, 摄食量不太多。然而, 在日本海的若狭湾和新泻沿岸采到的牙鲆稚鱼, 都大量摄食糠虾类。后者摄食量远远超过要维持生命所需要的摄食标准, 这个摄食量可推测为与饲养条件下几乎同等的生长摄食定量。在志志伎湾周围, 浮游期仔鱼的密度高。由于着底的面积狭窄, 浅海域的仔鱼补给量多, 就会出现过剩加入及底着现象。另外, 与若狭湾沿岸和新泻沿岸比较, 这个湾内没有大的河川流入, 糠虾类的现存量也不多, 所以, 在志志伎湾, 稚鱼着底后, 由于饵料不足, 引起饥饿的牙鲆死亡容易显现出来。

### ②在浅海域饵料糠虾类的生产

#### 1) 分布和现存量的年度及季节变化

在新泻市五十岚浜用橈网进行定点调查, 从10米以内的海域采集到1科11属21种的糠虾。糠虾类多分布在浅海海域, 从春季到秋季, 2—4米附近最多, 而15米以上的海域急剧减少。

五十岚浜2—10米水深带的糠虾类个体数: 1986年年平均为49.3个/米<sup>2</sup>, 1987年年平均为44.8个/米<sup>2</sup>, 较多于1984年和1985年。湿重量为1986年224.2毫克/米<sup>2</sup>, 1987年122.4毫克/米<sup>2</sup>, 1986年是1984到1987年4年中湿重量值最高的一年。

整个糠虾类个体数, 随季节变化很大。1985年秋季到1986年春季是30个/米<sup>2</sup>以下, 但到夏季7月5日增达327个。秋季又减少。从冬季到春季期间, 则不足10个。1987年夏季再次增加, 7月5日最多达216个, 秋季猛减。湿重量也是1986和1987年春

季增加, 夏季最多, 达400毫克/米<sup>2</sup>以上, 9月份减少到50毫克/米<sup>2</sup>以下。但是, 湿重量的季节变化, 没有个体数那样显著, 这是由于在冬季个体小的种类所占的比例减少, 加上主要种在冬季最大体长生长的缘故。

渡过一年, 个体数和湿重量最多的种是强壮刺糠虾, 约占总数的一半; A, 中泽刺糠虾, *Nipponomysis peruminuta*种次之。另外, 志志伎湾内的糠虾优势种为新种的奇异合糠虾。

#### 2) 糠虾类的生物生产

志志伎湾和五十岚浜的糠虾类的生物生产, 是根据各个对象种的世代解析以及呼吸量测定进行推测的。

用Cassie方法分析志志伎湾湾内奇异合糠虾年内雌雄的生长情况, 结果表明, 其雌雄均由4个世代组成。最长时间出现的a世代为从3月开始到第二年4月, 共有13个月; b世代为9—4月(8个月); c世代为11—5月(7个月), d世代为3—10月(8个月)。在求出显示体长与体重关系的相对生长式后, 又由Crisp式求出了生产量(P), 分别是a世代(12个月)为3.879毫克/米<sup>2</sup>, b世代(10个月)为1.296毫克/米<sup>2</sup>, c世代(7个月)为0.299毫克/米<sup>2</sup>, d世代(3个月)为1.533毫克/米<sup>2</sup>, 与平均现存量(B)的换算率分别算出2.22, 2.02, 1.40, 1.35。假设这4个世代的总值为此种一年的生产量时, P(生产量)为7.007毫克/米<sup>2</sup>, P/B为6.99。这表明, 在已经报道的有关糠虾类的值中, 属于高的值。此外, 以1985年4—5月连续40天采集的资料为基础, 以相同的方法求出月生产量P为5.650毫克/米<sup>2</sup>, P/B为2.03, 显示了相当高的值。

有关五十岚浜的糠虾类, 可将糠虾放入氧气瓶中, 以温克勒尔法测定经过一定时间前后的氧气量, 从耗氧量推算糠虾的生产量。首先, 以呼吸实验结果, 求出反映A, 强壮刺糠虾的呼吸速度和体重关系的回归式。这式表明, 在同一水温, 糠虾个体越大, 每单位体重的呼吸速度越慢; 在同一糠虾个体, 水温越高, 每单位体重的呼吸速度越快。以已经获得的本种的体长和干重量的关系式, 可计算出本种1个体的呼吸速度, 在1984年7月12日(水温22.6°C)糠虾的体长为7.25毫米时, 算出其呼吸速度为3.69 $\mu$ lO<sub>2</sub>/毫克干重量/时间。再设呼吸商为0.8, 且设呼吸和生产相等时, 本种1个体生产速度是0.03795mgc/毫克干重量/日。同样, 求

出各季节每单位面积的日生产量 在1984年2月份最低,为0.006mgc/米<sup>2</sup>/日,而后增加,7月份最高,为4.270mgc/米<sup>2</sup>/日,8月2日减少,为1.176 mc.

再利用糠虾的干重量与湿重量,碳量与干重量的关系,将现存量换算成碳量时,本种日P/B在2月—5月较低,为0.04—0.06,在夏季8月2日其值变高,达0.33.这表明,这个值在没有因被捕食等而死亡的情况下,在3天内现存量可增加一倍.另外,周年的糠虾类日生产量为0.643mgc/日/米<sup>2</sup>,日间P/B为0.14,年生产量约为现存量的25倍.

③人工种苗的放流实验

1)人工种苗的一般行动与天然稚鱼的大致相似.但可推测,其季节性深浅移动不如天然稚鱼明显.放流后长期扩散在佐渡岛真野湾这一半闭锁的海域,不会广范围,主要分布在湾内及湾口周围,象新潟县沿岸宏船海域这样的开放海域,其种苗的扩散速度比真野湾还快,查到有沿水深40米以内沿岸浅海域分散的倾向的生物量、生产量的季节及年变动.

2)放流种苗的死亡原因

在志伎湾牙鲆人工种苗放流实验中,分析再捕尾数较多的1985年和1986年,可计算出放流种苗一天的死亡率,1985年为23.1%;1986年明显提高,为42.1%.

再捕鱼的白化个体的比例,1985年放流后,急剧减少,而且其倾向在小型群显著,但是,1986年

无论是小型群,还是大型群,放流后白化个体的比例几乎没有减少.

有关摄食情况,1985年很差,种苗个体要进行正常的摄食,约需要20天,而1986年情况极好,放流3天后即可进行正常的摄食.这两年摄食状态的好坏,反映了环境中的摄食条件.另外,比较小型群在两年的摄食状态均良好.

1985年放流种苗死亡的主要原因是,这种小型群的急剧减少,白化个体,特别是小型群白化个体容易注目的原因也考虑在内,可认为放流种苗被食的可能性大.再者,摄食状态差,亦认为活力降低,增加了被食的机会.

1986年放流了比1985年更大型的种苗.如上所述,由于小型群的减少率无差距,从白化个体的比例不减少及摄食状态良好来看,这一年种苗死亡的主要原因是由于种苗从放流均散逸.

3)放流种苗的资源特性

在新潟县北部的宏船海域,1985、1986年人工种苗1天的全长都是1.2毫米,两者没有差别.但是在新潟县佐渡岛的真野湾,1982年是0.91毫米,而1983年生长良好,为1.52毫米,这是放流后2—3个月的生长情况.根据佐渡再捕种苗的耳石进行的年龄调查,求出长期的生长式.由此可推算出,牙鲆种苗放流后1—6年,全长平均分别是21.1、32.8、42.6、50.9、57.8、63.7厘米.

在真野湾,从1982—1984年,分别放流了平均全长为30、40、70毫米的种苗.根据岛内鱼市场的现场调查,来掌握渔业者再捕的个体数量(表1),

表1、牙鲆在佐渡岛真野湾各年放流种苗再捕和再捕率(再捕率为有眼侧正常的个体的再捕数比率%)

放流年月日	放流数	有眼侧正常 个体数	平均全长 (mm)	年别再捕率(%,下段)					合计
				1983	1984	1985	1986	1987	
1982 7 15	85400	16500	40.8±4.9	585	281	257	12	3	1238
				3.55	1.70	2.16	0.07	0.02	7.50
1983 7 13	155800	69000	33.1±6.0		2444	1741	51	42	4278
					3.54	2.52	0.07	0.06	6.20
1984 8 16	34800	22200	75.4±12.1			1285	700	234	2219
						5.79	3.15	1.05	10.00

白化种苗似乎在放流后短期内死亡,由于在市场调查中几乎不能发现,所以,有效放流数为有眼侧正常的个体数,以这些数值,推算每年各放流群的存活率(表2),种苗全长30毫米的存活率最高,

是0.549/年,大型种苗的存活率较低,70毫米的种苗为0.469/年,这是因为越是大型的种苗,越会被有效地渔获,特别是放流后第二年的再捕比例较高.

表2. 牙鲆人工种苗在佐渡岛真野湾资源特性值

种苗大小(全长, mm)	30	40	50	60	70
放流年月日	7.20	7.20	7.30	7.30	8.10
生残率(S)	0.5485	0.5218	0.5003	0.4831	0.4681
全减少系数(Z)	0.6005	0.6505	0.6925	0.7275	0.7570
渔获死亡系数(F)	0.0573	0.0689	0.0804	0.0933	0.1043
自然死亡系数(M)	0.5432	0.5816	0.6121	0.6342	0.6527
渔获率(E)	0.0431	0.0507	0.0580	0.0663	0.0731

表3. 牙鲆在除佐渡外的新泻县沿海的资源量与渔获量

年度	资源量(吨)	渔获量(吨)	渔获率	亲鱼尾数(万尾)	产卵数(亿粒)
1973.74	2907	570	0.232	53	7449
1984	935	405	0.433	8	861

用这些结果研究种苗放流的经济效果,最佳的种苗规格为全长30毫米左右,其生产成本也低,虽然这种预测是基于放流后第3年以内的结果,有关存活率也是放流后第1年高,以后的预测可能会变低,但由于这些预测都是作为相同条件作出的,因此还有很多与实际不符的地方,今后需要长期的跟踪调查和进一步的研究。

#### ④底鱼资源的管理和培养技术

##### 1) 牙鲆的资源管理

以土井的迅速解析法(DOIRAP)为基础,结合再生产关系的KAFS(Kinetic Analysis of Fisheries System即渔业系统动态分析)模式,进行了资源分析,预测出1984年除佐渡岛外的新泻县沿岸的牙鲆资源量为935吨,渔获率0.433,雌亲鱼数是8万尾。然而,以1984年相同的生物特性值,对11年前的1973年的资源进行解析,其资源量为2907吨,是1984年的3倍多,为0.232,几乎是一半,雌亲鱼约53万尾,是1987年的7倍(表3)。

由此看来,在不足10年新泻县沿岸的牙鲆资源会大大减少的。

在适应这种资源状态的手段中,可利用人工管理的要素有2个,即渔具网目大小和渔获的努力量。因此,在渔具方面分别选择了55, 68, 69, 70, 81, 85毫米等板曳网。

网目选择性试验是以逃出内侧大网目的鱼被网目密的外网挡住这一方法进行的。进入内网和外网的鱼的数量比是鱼的大小和内网网目内径这两个因素变化的。因此,将在内网和外网捕获的牙鲆尾

数和全长逐一计数和测量,然后计算出每尾牙鲆的选择系数(牙鲆的全长mm/内网内径, mm),由此求出同一选择系数层的内网渔获比率(内网的渔获尾数/总渔获尾数),将其作为选择率,作为横轴作图,就得出S字型曲线。一般这个图称为网目的选择曲线。由此求出选择率50%中的选择系数,约为30。所以网目尺寸是55毫米时,在选择系数乘网目尺寸,得出全长165毫米的牙鲆中,有一半留在55毫米的网里,一半逃出网目。同样,在68毫米的网目内,选择率为50%的牙鲆全长为204毫米。而选择率为100%时,选择系数约为3.9。因此,与网目尺寸55毫米和68毫米相对应的牙鲆全长分别是215毫米和265毫米。由此得出在新泻县沿岸满1龄雌牙鲆,全长为221毫米,要使这种尺寸的牙鲆从网目中逃出,就需要73毫米的网目。同样,逃逸80%则需要92毫米的网目。

因此,今后要根据上述经验的基础,按照渔具使用规则条款,进行保护幼鱼,同时,根据努力捕捞和渔期限制的规定,增加产卵亲鱼,也就是说,采取具体管理措施来促进增殖和渔业的发展。

##### 2) 生态系模式和资源培养

综合有关志志伎湾和生物生产的经验和见解,考虑生态系数模式,编制计算机程序,用模拟得出的以往有关真鲷个体群动态的见解与种苗放流实验结果作一比较,探讨了模式与参数的妥当性。

制出模式的空间范围是真鲷着底和生长的湾中央部和湾深部;时间范围是从确实着底的5月5日到开始移出湾外的9月5日四个月时间。它的构成

光性转向负趋光性。而若狭湾仔鱼则由浮游生活转向底栖生活。因此,可以认为牙鲆的眼睛发育为成鱼的样子时就栖息于海底。

在野生仔鱼中,头部游离神经丘基本排列完成后,躯体游离神经丘才出现。而在饲养仔鱼中,躯体游离神经丘与头部游离神经丘几乎同时出现。水槽内仔鱼躯体游离神经丘一般与头部游离神经丘同时出现,或稍迟于头部出现,但在白纹罗非鱼和黑鲈(*Micropterus salmoides*)中,躯体游离神经丘很迟才形成。游离神经丘在早期和后期仔鱼的趋流性中同样起着很重要的作用。然而,由于A期和B期早阶段牙鲆仔鱼分布在25~50m深的水层中,因此,这两期仔鱼的趋流性和发育完好的躯体游离神经丘是没有必要的。

野生仔鱼中,味蕾初次出现在口腔上皮,然后于B期在咽部和鳃弓出现。饲养仔鱼中,味蕾初次在鳃弓形成,而后于D期在口腔上皮出现。已知在不同种类鱼中,味蕾初次出现的位置是不同的,但试验前未检查野生仔鱼与饲养仔鱼是否同种。从摄食生态和仔鱼饲养角度看,这种差异相当有趣,而其机理目前尚未搞清。

体长(BL)4mm左右的野生仔鱼在海中开始表现出对小拟哲水蚤的选择性摄食。当

要素是:随着真鲷的生长,由依次成为饵料的桡足类、钩虾类、糠虾类,天然真鲷以及人工种苗、髯鰕虎鱼、条尾鲷、普氏细棘鰕虎鱼、犁齿鲷等构成的与真鲷在饵料方面的竞争者,以及由星康吉鳗、日本康吉鳗、花斑蛇鲻等构成的7种低层次生物捕食者。用40个参数,对这些构成要素时间的关系与个体变动是用微分方程式来予以表示的。饵料生物的个体变动是以逻辑模式为基础,再输入捕食者。对于真鲷竞争者、捕食者的个体数的变动,导入了由死亡率、饵料丰富引起的增加率或被捕食尾数等的参数。各变数的初期值及参数,是参考过去的的数据,或给以推测,经过多次灵敏度试验后确定的。1977年进行了模拟实验,这个被认为湾的环境容纳极限,约为190万尾的真鲷浮游稚鱼洄游、饵料生物处在极限的再生产状态。这个模式重新了以前有关真鲷环境容纳量的见解。将1983年和1984年实施的真鲷人工种苗放流实验,进行了模拟,发现与实际跟踪调查结果有若干差异。由此,可以推测人工种苗放流的存活率比想象的还要高。

体长达到7mm时,这种习性更加明显。既然鱼类仔鱼为视觉觅食者,选择性摄食可能取决于浮游生物种类的可见率。Stenson(1978)曾指出,鱼类较多地摄食色素深、可见率高的浮游生物。然而,牙鲆仔鱼摄食的浮游生物色素的差异并不明显,4mm左右体长的样品其视网膜也无明显的形态变化。因此,选择性摄食不能归因于牙鲆仔鱼视觉功能的改变。此外,体长(BL)与全长(TL)的换算由下式计算:

$$BL = 0.942TL - 0.003(\text{mm})$$

选择性摄食开始时正是味蕾初次形成的时间,此时体长为4mm。当体长在7mm以上时,仔鱼已经有较密集的味蕾。因此,选择性摄食的获得可归因于味蕾的发生。川村和石田也有同样的结论。黑鲈仔鱼也有同样的关系。

总之,感觉器官个体发育与海洋中仔鱼行为的改变有着密切的关系。因此,对鱼类早期生活史的更深入了解和研究,可作为野外生态调查的补充资料。在生态调查中采用的同种野生仔鱼的材料被用在感觉器官形态发生的研究中时,可望获得更准确的关系。

(傅贤康 译自《日本水产学会志》, 1989,55(12):2079~2083.)

(译者单位:舟山市水产研究所,316000)

有关海域环境容纳量的见解,和环境收容力的见解,在制定适合放流海域剩余收容力相适应的合理种苗放流的方法上,发挥重要的作用。

## 结 束 语

鲆、鰕类的研究,是以鲜明过去无法着手研究的对象生物种初期生活史为线索,围绕这个线索,展开了广泛的以饵料生物为中心的生物、物理环境及渔业环境的研究。其结果表明,牙鲆天然产稚鱼加入量及其饵料生物量及生产,有着很大的年变动和海域性特征。因此,应用本研究取得的手段,每年对这两个数量尽早监测,再决定人工种苗的放流量,在今后栽培渔业的开展上是至关重要的。期望在所得的参数的基础上,在日本各地实现有效,合理地利用天然及人工资源的渔业体制改革。

译自(日)促进近海渔业资源的新途径

——海洋牧场计划研究成果概要,1989年。