



海洋增殖渔业的理论和 若干技术问题的探讨

张寿山

(福建省水产厅)

ON THE THEORY AND TECHNOLOGY OF THE MARINE PROPAGATED FISHERIES

Zhang Shoushan

(Fisheries Department of Fujian Province)

海洋增殖渔业 (Marine Propagated Fisheries), 在日本称为栽培渔业 (Cultivating Fisheries), 在其他国家又称为海洋牧业 (Marine Ranching)。我们考虑到“栽培渔业”和“海洋牧业”这两个概念在我国都不能反映这种渔业的特点, 因此使用海洋增殖渔业这一名称。

海洋增殖渔业是一个新兴的渔业生产部门。它同传统的养殖业和海洋捕捞业有区别, 然而又包括两者的一些主要特点。一般认为, 海洋增殖渔业是在相当大的海域中, 人们加强了对增殖对象生活过程及其环境因子的控制, 采用人工繁殖或捕集天然苗种等方法, 有目的定向地增殖一种或多种具有较高经济价值的水产动植物, 并有计划地捕捞所增殖的对象, 以达到充分地利用自然的生物基础生产力的一种渔业生产方式。所以, 这种渔业所具有的特点是: 生产的水域和规模相当大; 在增殖对象生长全过程中, 包括苗种生产、中间育成、放流直至育成, 对增殖对象及其环境因子都不同程度地进行人为干预和管理, 有计划合理地捕捞和收获, 来达到充分利用海洋自然生产力的目的。

近年来, 由于海洋野生渔业资源, 出现了世界性的下降趋势以及 200 海里专属经济区的扩展, 海洋增殖渔业作为渔业发展的一个新方向, 而引起世人关注。国内一些学者也对此开始重视^[2, 3]。本文拟从资源学的观点出发, 对海洋增殖渔业的理论和技术问题, 作初步探讨。

一、海洋增殖渔业的形成

自本世纪五十年代以来, 日本进入了所谓经济高度成长期。由于近海野生渔业资源减退以及填海造地和海洋污染等原因引起渔业劳力过剩和产量下降。这现象以濑户内海(面积 18,600 平方公里)最为突出, 为拯救陷于困境的渔业, 1962 年在其沿岸建立了第一个“栽培渔业”中心。以后, 由于 200 海里运动的兴起, 更使日本政府产生了发展海洋增殖渔业的紧迫感, 并逐渐把这项事业推向全国。至 1982 年, 成立了 8 个直辖于“日本栽培渔业协会”的“栽培渔业”中心, 并在沿海建立了 37 个县一级的“栽培渔业”中心。^[15, 20] 目前日本已在濑户内海和日本北部海域形成两个大规模海洋增殖渔业。

七十年代, 日本在其北部海域的若干海区进行扇贝增殖放流, 从而使全国扇贝产量, 从 1967 年的 1,743 吨增至 1977 年的 74,778 吨, 十年中增长 40 余倍。其中 1974 年的扇贝产量达到 87,539 吨, 超过美国和加拿大扇贝产量的总和, 而跃居世界首位。这个海域的大麻哈鱼的增殖放流也取得明显的成果。1975 年放流大麻哈鱼和驼背大麻哈鱼 11.5 亿尾, 至 1979 年溯河回归量高达 2400 万尾。按每尾 3.65 公斤计, 则其重量为 8.80 万吨。而同年按国际渔业协定所分配的海公渔获量定额为 4.3 万吨。也就是说, 增殖放流的重捕量是野生资源渔获量分配定额的 1 倍以上^[11, 18] (附表)。在这成果的鼓舞下, 日本正在加速执行发展海洋增殖渔业的新计划^[19]。

日本大麻哈鱼放流回归及北洋渔获分配额

年度	蛙鱼放流回归量						北洋大麻哈 鱼渔获分配 量(B) (千吨)	$\frac{A}{A+B} \times 100$ (%)
	合计		北海道		本州			
	尾数 (千尾)	重量(A) (千吨)	尾数 (千尾)	重量 (千吨)	尾数 (千尾)	重量 (千吨)		
1974	10,750	39.2	9,627	35.1	1,123	4.1	83	32.1
1975	17,599	64.2	15,774	57.6	1,825	6.7	87	42.5
1976	10,437	38.1	8,805	32.1	1,632	6.0	80	32.3
1977	12,455	45.5	10,208	37.8	2,247	8.2	62	42.3
1978	19,208	59.2	13,147	48.0	3,061	11.2	42.5	58.2
1979	24,030	87.2	18,903	69.0	5,127	18.7	42.5	67.4

注:放流回归量的重量以1尾=3.65公斤换算。

据日本农林省水产厅(1981)^[19]

二、海洋增殖渔业的理论基础

探讨海洋增殖渔业的理论基础,我们认为应从考察资源学的发展着手,因为海洋增殖渔业理论是在一系列海洋生物学和水产资源学的研究基础上形成和发展起来的。近百年来,海洋渔业在 Huxley(1888)海洋生物资源取之不尽用之不竭的观念指导下,进行了无节制的捕捞,其结果是使人类受到渔业生产性捕捞过度(第一级捕捞过度)和生物学捕捞过度(第二级捕捞过度)的沉痛教训,终于意识到资源研究和渔业管理的重要性。为此,于1902年欧洲组成了第一个国际性渔业组织国际海洋考察理事会(ICES)。此后,渔业资源从两个方面进行研究,即补充量变动规律的研究系统(“自然变动论”)和资源与渔业关系即资源管理的研究系统(“人为调节论”)^[21]。“自然变动论”的基本观点认为补充量的自然变动是资源量变动的主因,并认为除特殊情况外,资源量并未达到饱和状态,也就是说,海洋资源生物的生存空间尚有潜在的生产力;“人为调节论”的基本观点认为资源量的变动受到种群密度(数量)的制约,补充量依种群密度的变化而变化。在一般情况下,导致种群密度发生变化的原因是捕捞活动,若无人类捕捞行为的干预,则资源量将呈饱和值,处于平衡状态。由这两种研究系统产生了两种渔业管理理论,并成为海洋增殖渔业理论的基础。“最大持续渔获量理论”的中心问题是应保留多少亲鱼才能不发生捕捞过度。这是以承认亲代和子代数量关系的“人为调节论”为理论基础的;“单位年补充量的最大渔获量理论”是研究资源补充与种群数量关系的,其理论基础之一是强调环境因子与补充量关系的“自然变动论”。这两种理论是现代渔业资源保护与管理的基础。由于以最大持续渔获量理论为依据的一些国际渔业协定不能防止滥捕现象,最近一些学者建议采用最适渔获量^[40]或最适持续渔获量,并进一步提出最适渔获量的修正值(TAC)^[43]。其理论基础也没有超出上述两种资源研究理论。不过,这两种理论都承认种群数量的自然波动或捕捞因素对资源量变动的影响,因此都主张通过用限制捕捞强度的方法,使捕捞努力量与资源量达到相对平衡。也就是说,它们都是用减少渔获量的方法使资源保持在一定水平上,因此比较消极。它们不能适应人类日益增长的水产品需求量的要求,于是开发利用海洋生物资源和海洋生产力的新的渔业理论——海洋增殖渔业资源论——就在以上二种渔业管理理论基础上应运而生了。从当前海洋增殖渔业的指导思想和新研究的中心内容来看,其理论基础仍是以 Hjort 为代表的“自然变动论”;而 Russell 则把这种理论用代数式表示出来^[1]。“自然变动论”认为早期减耗是影响种群数量的主要因素;自然界除特殊情况外,还存在着潜在的生产力。这样就为海洋增殖渔业以放流种苗为主要手段来增殖资源提供了科学依据。Russell 的资源变动数学表示式表明,种群资源量取决于子代补充量 R , 生长量 G , 自然死亡率 M 和捕捞死亡率 F 四大因素。上面提到的二种渔业管理理论只考虑 F 或 F 与 R 的作用,而实际上四个因素互相影响都起作用。因此这个数学表达式,在实际上不仅为用控制渔业活动来进行资源管理提供了科学依据,而且也更为积极的,同时采取生物学的管理方法,即通过人的干预,努力增加补充量和提高生长量,并降低自然死亡率,使渔业资源得到增殖保护和合理利用的海洋增殖渔业提供了理论依据。由

$$(1) S_2 = S_1 + (R + G - M) - F = S_1 + (R + G) - (M + F),$$

式中: S_2 ——预期的或未来的种群数量(资源量);

S_1 ——现在的种群数量(资源量)

此可见,海洋增殖渔业是在以上几种水产资源学理论和渔业管理理论的基础上发展起来的,而它最直接的基础则是“自然调节论”和 Russell 资源变动数学关系式。

三、海洋增殖渔业理论的基本内容

海洋增殖渔业的历史很短,因此它的理论无疑是很不完善的。即使是那些已经形成的理论,也还须在实践过程中作进一步的检验、修正和充实。现有海洋增殖渔业理论,似可归纳为以下几点。

1. 海洋生态系还存在着潜在生产力。在海洋巨大的物质和能量流动的循环中,人们的渔业活动仅利用了其中极小的一部分,其未被利用的部分,通过人为的措施,如人工放流,不同程度地控制海洋生态环境,定向地增殖和保护渔业资源,以扩大海洋的生产能力是可能的。

2. 把水产养殖学、海洋捕捞学、渔业资源学、环境保护学等的技术,综合地应用于海洋渔业资源的增殖。例如采用人工繁殖苗种和采集天然苗种等措施,在一定规模的人为干预控制的海域环境中放流;把鱼类及其他海洋生物死亡率最高的阶段——受精卵的孵化和幼鱼的生长阶段直接置于人工管理培养条件下;加强海域环境的控制,采取防止和处理污染、防止敌害和设置有利于增殖对象的繁殖和生长的设施等可能的措施;有计划地合理捕捞等等。确认利用人类现代科学技术所能达到的人工生产力同自然生产力结合起来的方法,是提高海洋渔业生产能力的有效途径。

3. 海洋生态系的可塑性。海洋增殖渔业的实践表明,在掌握特定海域生态系的内在关系基础上,通过人工增殖放流和移殖新品种,以及清除或抑制敌害生物,可以定向地改变生态系,使之更直接有效地提高海区生产力。

四、海洋增殖渔业的若干技术问题

海洋增殖渔业既是在人工干预下来实现充分合理利用海域生产力的一种渔业生产,所以其技术的特点必然具有海洋的各技术学科的综合性。它包括水产养殖技术、生物学应用技术、海洋环境工程、水产工程、声光电诱集和驱赶技术、监听技术等等。并随着现代科学技术的发展,各种新的技术将会日益广泛地被海洋增殖渔业所应用。以下将就几个主要方面作初步的探讨:

(一) 生物资源培育基础的调查与研究

要在某一海域开展增殖放流,首先应查明该海域海洋生物生态系的结构和环境收容力,增殖对象的资源量及其洄游分布状况。并须重点研究增殖对象补充的特点、幼鱼行动习性、生态系的种间关系(食物、敌害、空间分布等)。弄清楚各种影响增殖对象的早期成活率的因子,确定补充苗种的数量,规格、放流时间及地点。为了对增殖对象进行科学管理和合理利用,还应系统地研究捕捞等人为因素和环境因子对增殖对象的影响。

(二) 海洋增殖渔业对象的选择

人工增殖资源有两种途径:一是采取人工繁殖放流措施,使衰落或被破坏的资源迅速恢复;二是从其他水域中移殖适于这一水域的种群,使其迅速形成自然种群,形成新的海洋生态系,建立符合人类利益的海洋增殖渔业。各国增殖放流都从鱼类开始,早年以母川回归性鲑鳟鱼类为主要对象^[33,34],全世界每年放流苗种达20亿尾以上^[37]。接着日本搞了真鲷,黑鲷等中高级鱼类的人工增殖放流,但多年来成果并不显著。最近有些日本学者开始觉察到鲷梭鱼等食物链级次低的鱼类有可能成为理想的增殖放流对象。增殖对象的选择正确与否是关系到海洋增殖渔业成败的关键。食物链级次高的鱼类难以形成足够数量的渔业资源基础。从世界渔业生产来看,摄食浮游生物鱼类产量占鱼类总产量的75%(Бухановиц, 1977)。

由此看来,应根据各海域的具体情况,优先选择降海和溯河鱼类及食物链级次低的鱼类为增殖对象。

1. 降海鱼类。如鲑鱼和母川回归性鲑鳟鱼类等。这类鱼活动范围广,可更多地利用水域(包括河川、河口区和外海)自然生产力,有为人们熟悉的一定洄游路线,回捕较为容易。

2. 食物链级次低的鱼类。如鲷梭鱼类、斑鲷、罗非鱼类等。这些鱼类可充分利用沿岸河口区和近、内海上游流区的浮游生物和有机碎屑等饵料资源。其中有些鱼类还可作为中高级肉食性鱼类的饵料。近10余年来,世界很多国家致力于这类鱼类的人工繁殖^[41]。

3. 成为某海域主要渔业对象的中上层鱼类。中上层鱼类的资源数量变动很大,成活率也很低。如一尾鲑鱼的产卵量约为50万粒,经85日后成活的幼鱼只有2尾,成活率为0.0004%。1979年日本中上层鱼类产量占该年海水鱼类总产量的57.8%,因此,日本对竹筴鱼等衰落的中上层鱼类,开展人工繁殖苗种和增殖放流的研究。

4. 食物链级次高的鱼类。如真鲷、黑鲷、大黄鱼、小黄鱼等。在这类资源的种群数量变动中,人为干预的影响往往比环境因子更大。若人为干预得当,则其种群数量变动较为稳定。但在一般情况下,处于食物链高位的鱼类种群难以形成大数量级的资源。因此,对肉食性的中高级鱼类来说,资源管理比增殖放流更为重要。对于被破坏而处于低数量水平的资源,可考虑用人工增殖放流方法,促使其迅速恢复到一定数量水平,但此后则主要是资源管理问题。

5. 活动性较小的底栖性鱼类。这些鱼类是渔业资源的重要组成部分。其中鲆鲽鱼类的增殖放流也为一些国家所重视^[35,41]。底栖鱼类活动性小,增殖放流回捕率较高,在我国也应引起重视。

为了更好地利用海洋生产力,应根据海域环境条件,发展多品种,多种生产方式的综合海洋增殖渔业。如以扇贝、魁蚶等贝类,鲆鲽等底层鱼类,以及藻类等为对象,建立沿岸综合资源增殖系统;以鲑鳟等溯河性鱼类,香鱼等降海性鱼类为主,建立近海综合资源增殖系统;以金枪鱼等大洋性中上层鱼类为主,建立广域性海洋增殖系统。

(三) 苗种生产技术

人工培育苗种是海洋增殖渔业的主要技术手段。因此,苗种基地的建设至关重要。日本在近10余年来,发展海洋增殖渔业,其核心就是苗种基地的建设。而且建设的规模越来越大,技术条件越来越好。前几年建设一个“栽培渔业”中心的投资为2.5亿日元左右,近年来投资额大为提高。如“福冈栽培渔业中心”基建投资超过5亿日元,占地29,849米²,培育池(包括饵料池)容量为3,450吨。

海洋增殖对象的苗种培育的主要技术问题是人工促产,海水鱼多数是分批产卵类型,因此在技术上必须适应对象的特点;其次是饵料,特别是早期饵料问题;第三是病害问题,由于规模巨大,故应考虑以预防为主。目前在海洋增殖渔业突出存在的问题,还是苗种培育问题,从日本的情况看,主要是:1. 仔稚鱼成活率低,如真鲷养至12毫米,成活率为30~40%;有的鱼类如鲷鱼养至30毫米,成活率低于1%;2. 畸变率高,一般为10—40%;3. 设备利用率不高。我们认为要打开鱼类苗种生产局面,目前应以土池育苗为主,土池育苗与水泥槽高密度育苗相结合。土池育苗可能解决水泥槽高密度育苗所出现的畸变和成活率不高等问题。我国近年来利用土池育苗使梭鱼达到批量生产水平,黑鲷也接近批量生产水平。土池育苗出苗量若按设施利用率计算与日本高密度水泥槽相差不大,而且在一些方面看来前者优于后者,这一点已为日本一些学者所认识,并作为一种育苗方式加以探讨⁽¹⁾。

贝类方面,当前增殖放流苗种靠人工苗和海区半人工采苗。人工育苗诱导产卵有升、降温、阴干、紫外线照射、化学药物等方法单独或混合使用。我国大面积流水刺激采苗,方法简便,效果好,我国最近开发的土池半人工(采)育苗技术是海区自然采苗向全人工育苗的一个很好过渡⁽²⁾。海区采苗因苗埕面积大,亲贝相对密度低,难于控制环境因子,存在着单位面积采苗率低,劳动生产率不高等缺点。而土池半人工(采)育苗是在人工管理的小面积苗埕中集中一定密度亲贝,有附苗密度高,出苗量大,采收容易,劳动生产率高等优点。如福建省半人工(采)育苗,菲律宾蛤仔最高单产70担/亩,平均20余担/亩,比海区自然采苗单产2—3担/亩,高10倍以上。贝类人工育苗在日本,一个海洋增殖渔业中心可生产虾夷扇贝或盘鲍几十万至百万个以上;魁蚶年总产量也达1000万枚以上。但这同增殖放流需要比较仍然差距很大。近年来在贝类诱导产卵技术上值得注意的一个动向是Morso^[38]的H₂O₂诱导鲍排卵技术,这项技术在日本已推广应用,效果甚好。

据统计全世界人工生产苗种的虾类(包括淡水虾)为24种。日本所用的对虾亲虾全部为野生亲虾。一般每生产1000万尾体长10—12毫米仔虾就需亲虾250—300尾^[27]。1973年日本全国使用亲虾1万余尾^[24]。对虾育苗方法主要可分为单养和生态系培育或群落培养。日本目前以生态系培养为主,单位水体出苗率为1—2万尾/米³。如果初春于温室培育,一年可生产四批。当前对虾苗种生产存在的问题是仔虾成活率低(约为20%)和中肠白浊病,以及如何使用养殖亲虾以完成全人工养殖的问题。一些国家尤其是缺少野生亲虾的国家,如法国,则致力于促进卵巢成熟的方法的研究。三疣梭子蟹在日本已成为重要的海洋增殖渔业对象。他们采集野生抱卵亲蟹,平均每只亲蟹可孵出幼体200万只。每吨水体可产蟹苗1万只。当前主要存在的问题是同类相残。在日本,甲壳类的苗种生产与鱼苗一样,主要在水泥槽中进行。我们认为土池或废盐田改造成苗种培育池是大规模生产廉价虾苗的好办法。

藻类的育苗就紫菜来说,有海区半人工和室内全人工采苗。日本有明海区是著名紫菜产区,那里的海区以半人工采苗为主。一些增殖对象如裙带菜,大多采用人工采苗法。我国的海带、紫菜人工育苗技术,深受国外重视。

总之,目前的人工育苗技术水平远远低于增殖放流的发展的要求。首先是育苗方式有问题,从当前日本水泥槽

(1) 张寿山,1982. 日本海产鱼人工育苗技术的初步探讨。(未刊稿)

(2) 周荣胜等,1981. 菲律宾蛤仔人工育苗的研究(1976~1981). 福建省水产研究所,1—24.

高密度育苗的生产方式来看,这种育苗方式是高能耗、低效益的育苗法;其次是苗种成活率低、畸变率高。解决问题的办法,鱼、虾育苗似乎应采取土池中密度精养,低密度半精养方式同水泥槽高密度精养相结合;贝类似应以土池半人工(采)育苗和自然采苗,全人工育苗相结合;藻类应采取海区采苗和室内采苗相结合。至于成活率低、畸变率高的问题,则需从加强基础研究着手。

(四) 饵料培养技术

目前解决饵料的办法有: 1. 室外大面积土池培育法。即在苗种放养前先在土池中培养基础饵料生物; 2. 用饵料培养池专门培养饵料生物。日本目前用此法培养海水小球藻 *Chlorella sp.* 和褶皱臂尾轮虫 *Brachionus plicatilis* 等作为鱼、贝和海胆、海参苗种的饵料; 3. 在增殖对象苗种池中,直接接种饵料生物,如对虾、梭子蟹等种类的培育多采用此法; 4. 采用人工配合饵料。从效果看来,似以在土池中苗种与饵料生物一起进行生态系培育为主,并辅之以投喂人工培育的生物饵料或商品饵料,较为适宜。

(五) 生物管理技术

增殖对象的生物管理技术,对种群自然增加量和群体变动量有重要影响。在这里仅就中间育成技术和放流技术作一些探讨。

1. 中间育成技术

为提高放流苗种的成活率,在放流前再经过一个中间培育阶段。因为人工孵化固然降低了从受精卵到幼体期间的死亡率,但是直接放流的死亡率仍然很高。有了中间育成阶段,死亡率就能显著下降。在日本鱼类的中间育成是在海上网箱(规格 $2 \times 2 \times 1$ 米— $5 \times 5 \times 3$ 米;网目为2—6毫米)内进行。饵料为玉筋鱼、鲮鱼等低值鱼的肉糜。经30—40日把12毫米左右的仔鱼育成30毫米的稚鱼。中间育成阶段的成本较高,但对提高成活率大有裨益。有条件的地方可利用网栏或废盐田进行。

贝类的中间育成,一般是置于网笼中吊养,投喂裙带菜和人工饵料^[16]。鲍从10毫米经一年中间育成,长至壳长30毫米的稚贝才放流。网笼易被藻类附着,堵塞网眼,造成死亡,成本也大。近年来出现多段立体式中间育成法^[17]和在海中设置保护礁^[23]的方法,似较经济,且育苗量较大。

甲壳类的中间育成期较短,一般为2周至2个月。对虾的中间育成法:(1)围网法^[28,13];(2)池中育成法^[29];(3)人工潮间带育苗法^[14]。前二者为封闭式,主要靠人工投喂;后者是将潮间带的潮溜改造成人工育苗区。试验表明,先在人工潮间带育苗区放流1—2日后,成活率为天然潮间带(即沙滩中的天然潮溜)的3—10倍,放流密度为20—50倍。梭子蟹的中间育成则并用前面二种方法^[7,31]。

2. 放流技术

增殖对象苗种从小水体到大水体,从人工管养至放流应该有一个适应过程。中间育成是适应驯化的一种方式,但中间育成后如何放入大水体也是不可忽视的重要环节。当前日本真鲷仔稚鱼放流方式有三种^[6]:(1)围网或拦网式放流;(2)少数分散放流;(3)全生活期的资源培育方式,它根据某海区的渔业生产状况和资源增殖特点,决定放流苗种数量,并从稚鱼至低龄鱼、商品鱼进行资源管理。

3. 标志放流和跟踪技术

应用标志放流和跟踪技术,来研究增殖放流对象的洄游和重捕率,是检验增殖效果的重要手段。它也是进行生物学管理的重要措施之一。贝类增殖放流的跟踪调查,在日本以潜水调查为主^[6,5]。鱼类标志放流有用标志枪在背鳍基部打入塑料标志牌,和切除腹鳍或胸鳍的标志手术等方法,近年来又出现超声波标志放流法^[30]。在美国,有利用示踪元素和荧光染料对一些双壳类进行活体标志的方法,这种方法最近在日本也开始采用^[20]。此外,还有稀有金属标志放流技术。我们认为,对定居性的贝类,宜采用活体标志结合潜水调查;对鱼类用标志枪打入塑料标志牌的方法是可行的。对于脱皮(壳)的甲壳类如对虾等,采用阿特金(Atkin)型标志法,效果尚好,但梭子蟹的标志效果欠佳,尚需探索新法。

4. 增殖对象的生物管理

为提高增殖对象的生物学管理效果,须研究增殖对象的最适生长期和不同生长阶段中影响成活率的因素。生物管理应与渔业管理相结合。从渔业增殖管理的要求说来,放流之后重点应放在提高生长量来提高增殖量上。在生长最迅速的阶段,要规定“禁渔区”;在生殖季节或生殖盛期,至少在第一次性成熟期规定“禁渔期”。

(六) 海洋增殖海区的生境保护、改造和重建技术

这是日本当前海洋增殖渔业科研和生产试验的主要方向之一,在此简要叙述三个方面。

1. 形成人工藻场技术。人工藻场形成技术^[88]是在投入天然石或小水泥块的同时,于选定场所按适当的间隔投入(装于细网口袋中)即将放散孢子的海带亲本,使石块在尚未附生杂藻之前,先让海带孢子附着,以造成海带林,为鱼类主要为贝类提供食物来源。

2. 人造鱼礁技术。设置人工鱼礁的理论根据,目前尚未全部弄清,对其集鱼原理,现有的解释有荫影、饵料、隐蔽场效应和鱼类本能说等^[8,9]。现知可以诱集的渔获对象在102种以上^[26]。日本当前人工鱼礁的主要设置海区主要是鲷科鱼类产区。不少海区已形成鱼礁渔业,其中鲷类渔获量占50%以上。鱼礁规模越来越大,有的一个鱼礁场的施工量达30,000—70,000米³,设置海区已向水深100米以外发展^[10]。人工鱼礁是一项投资大,技术复杂的工程。因此在设置前,必须在调查的基础上进行可行性的论证。弄清打算设置鱼礁的海区,是否适宜于鱼礁鱼类栖息生长?这些鱼类在质量上和数量上是否有足够的经济价值?是否有可能结合采用声、光、电等技术来减少鱼礁工程的建筑量?建筑鱼礁是否对航运、环境等产生不利的影响?等等。总之,进行技术上和经济上可行性的考虑是完全必要的。

3. 增殖海区生境的改造和环境因子的控制技术。这方面的重点是改造增殖海区生境和理化、生物环境因子监测及控制技术^[12]。其研究项目应包括:(1)通过现场调查和模拟研究,查明增殖海域的地形、海流和海中建筑物等对生物增殖的影响;(2)摸清底形、底质和藻场变化规律,为增殖资源生物的生境改造提供科学依据;(3)预防和治理海水污染和赤潮发生的研究。(4)水下建筑的设计和建造,以促进海水交换,改善增殖海区的溶氧条件和其他环境因子,提高其对生物资源的承载能力,以增加生物基础生产力。

参 考 文 献

- [1] 张寿山,1981. 鲷人工繁殖研究的现状和动向。海洋科学,15(1):44—49。
- [2] 曾呈奎,1980. 关于我国专属经济区水产生产农牧化的一些问题。水产科技文集,65—72。农业出版社。
- [3] 曾呈奎,徐恭昭,1981. 海洋牧业的理论与实践。海洋科学,15(1):1—6。
- [4] ニ島賢二,1975. 人工稚アワビの放流追迹调查。福岡水産試験場,167—172。
- [5] 人工稚アワビの放流追迹调查 II。同上,182—184。
- [6] 九州水産振興開発協議会,1981. マダイの資源培養に関する検討會報告書。1—55。
- [7] 大分県浅海漁業試験場など,1979. 放流技術開発事業西部ガサジ班報告書。总(1—19)。
- [8] 小川良徳,1976. 人工魚礁—その基礎から応用まで1. 魚礁と魚の生活型。Ocean age, 8(7): 42—43。
- [9] —,1976. 人工魚礁—その基礎から応用まで 2. 魚礁の形態と集魚効果。Ocean age, 8(8): 37—40。
- [10] —,1979. 人工魚礁の現状と展望——魚礁ブロック開発の動向——。Ocean age, 11(8): 13—21。
- [11] 小林哲夫,1981. さけます増殖に関する研究レビュー。水産増殖に関する研究レビュー,206—221。
- [12] 中村充,1981. 漁場造成に関するレビュー。水産増殖に関する研究レビュー,197—205。
- [13] 中間敏朗,1981. 宮城県におけるクルマエビの中間育成について。栽培技研,9(2):11—18。
- [14] 日本水産学会編,1976. 种苗の放流効果——アワビ、クルマエビ、マダイ。恒星社厚生閣版。
- [15] 日本栽培漁業協会,1981. 日本栽培漁業協会の概要。1—16。
- [16] 内場澄夫,1979. アワビの中間育成について。昭和52年福岡水産試験場研究業務報告書(別刷),111—120。
- [17] 井岡勲,1981. 多段式アワビ中間育成装置の開発について。栽培技研,10(2):23—28。
- [18] 水産廳(日本),1981. 水産資料总覧,281—387。地球社。
- [19] 水产庁,1982. マリーナランディング(海洋牧场)計画を推進(昭和56年度漁業白書特集)水産界,5:20—22。
- [20] 田中弥太郎,1980. 生体染色による二枚貝類幼、稚仔の標識実験。水産増殖,28(3):160—164。
- [21] 西沢敏ら,1977. 漁業資源研究と群集結構。海の生物群集と生産,365—428。恒星社厚生閣
- [22] 花村宣彦,1976. 日本における栽培漁業の歩みと問題点。FAO 水産増殖国際會議論文集(日文版)
- [23] 門間春博,1980. 浅海岩礁域におけるアワビ増殖技術およびその効果について——I 格子枠ブロック礁におけるエゾアワビ人工种苗の残留率。水産増殖,28(2):59—65。
- [24] 松永繁,1973. クルマエビ种苗生産における親エビ使用の現状と問題点。栽培技研,2(2):39—49。
- [25] 柿元旺,1981. 魚礁の集魚効果と漁業。Ocean age, 13(10): 21—29。
- [26] 松山節久,1980. 瀬戸内海におけるクルマエビ种苗放流事業の現状に関する二、三。栽培技研,9(1): 81—85。

- [27] 仓田博, 1981. 甲壳類の栽培技術. 水産(技術と経営)6:73—78.
- [28] 酒井克巳, 1981. 大村湾におけるクルマエビおよびヨシエビの中間育成放流について. 栽培技研, 10(2): 63—78.
- [29] 恩田幸雄, 1981. 栽培漁業の現状と展望, 水産振興, 15(7): 1—24.
- [30] 鈴木克美, 1977. 海産魚に対する超音波標識の装置. 海洋科学, 9(12): 41—47.
- [31] 福岡県有明水産試験場, 1981. 昭和50年度ガサミ放流技術開発事業中間報告書.
- [32] 編集部, 1982. 人工藻場造成実験. 新水産新聞, 1254号.
- [33] Editor, 1982. Chum salmon return to Chile. *Fish Farming*, 9(3): 1
- [34] Farwell, M. K., et al., 1976. Atlantic Salmon Enhancement Techniques in Newfoundland. *Advances in Aquaculture*, 560—563.
- [35] Girin, M., et al, 1976. L'Elevage des Poissons en Eau de Mer; Nouveaux Resultats Francais en Matiere de Recherche et de Developement. *Advances in Aquaculture*, 143—149
- [36] Hanamura, N., 1976. Advances and Problems in Culture Based Fisheries in Japan, 541—547.
- [37] McNeil, W. J., 1976. Review of Transplantation and Artificial Recruitment of Anadromous Species. *Advances in Aquaculture*, 547—554.
- [38] Morse, D. E., 19. Hydrogen Peroxide Induces Spawning in Mollusks, with Activation of Prostaglandin Endoperoxide Synthetase. *Science*, 196: 278—300.
- [39] L'Bonichon et al., 1976. Reproduction Controlee Chez la Crevette, *Penaeus japonicus*. *Advances in Aquaculture*, 273—277.
- [40] Roedel, P. M. (Ed). 1975. Optimum Sustainable Yield as a Concept in Fisheries Management, *AFS*, 1—89.
- [41] Smith, P. L., 1976. The Development of a Nursery Technique for Rearing Turbot, *Scophthalmus maximus*. from Metamorphosis to Ongrowing size—Progress Since 1970 by the British White Fish Authority. *Advances in Aquaculture*, 143—149.
- [42] WMO, 1981. IMCO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. *Gesamp Reports and Studies*, 14: 1—15.
- [43] Бабаян, В. К. ИДР., 1981. Некоторые современные тенденции в регулировании морского промысла. *Рыбное хозяйство*, 4: 42—43.