

迈向21世纪沿岸水产资源的开发

日比谷 京
田中 昌 若林 久嗣 编

张进上 陈国铭 译

一九九五年九月一日

目 录

前 言	(2)
1. 增大沿岸生物生产的可能性	菅野 尚(3)
2. 种苗生产技术展望	矢藤 田郎(10)
3. 水产工程学技术的展望	中村 充(20)
4. 金枪鱼的海洋牧场	米盛 保(30)
5. 渔业资源的管理	长谷川 彰(37)
6. 海洋牧场(大分县的情况)	能律 纯治(46)
7. 地区性的综合开发	井上 正昭(56)
8. 讨论	(69)

69.7/1832
143
24091

迈向21世纪沿岸水产资源的开发

前 言

本书收入了日本学术会议水产学研究联络委员会主办、有关各学会协办下召开的“迈向21世纪沿岸水产资源的开发及问题”讨论会的内容。

随着学术会议的改组,水产学研究联络委员会于1984年11月改为正式机构开始工作,作为其活动的重要一环是,提出召开以前也进行过的讨论会。委员会多方面审查的结果,选择了上述的主题。

至200海里时代,对日本的水产来说,沿岸水域渔业资源的管理和有效利用,正在成为重大的课题。国家已经应用沿岸渔场调整开发法等,集中力量振兴沿岸渔业,并且,从1985年度起,作为产、学共同的研究组织“21世纪海洋论坛”已在工作。一方面,将最近正在迅速发展的生命科学技术,开发、应用于水产领域等的工作也很活跃。在这样的时期,展望21世纪,就日本200海里水域渔业资源的开发和有效利用而言,从能够成为其基础的科学、技术的立场来考虑这一问题看,可认为是很有意义的。

由于许多学会正加盟于水产学研究联络委员会,所以,充分发挥其特色,以跨越广泛的领域,综合性地讨论问题为目标,计划了下列内容的讨论会。

“迈向21世纪沿岸水产资源的开发及问题”讨论会

时间及地点 1987年4月1日(星期三)于东京水产大学

主 办 日本学术会议水产学研究联络委员会

协 办 日本水产学会、渔业经济学会、日本海洋研究会、日本海洋学会、日本浮游生物学会、日本鱼类学会、日本鱼病学会、水产土木研究会、增殖谈话会

会议致词 日比谷 京(日大农兽)

讨论会得到多方面代表的参加,充分交换了意见。由于篇幅的关系,不能收录讨论的详细内容,仅刊载了综合讨论发言的要点。

对在召开本次讨论会时有关会场准备等赐予援助的日本水产学会及该会1987年度春季大会经营委员会深致谢忱。

1988年夏

日比谷 京(东京大学名誉教授)

田中 昌一(东京水产大学教授,东京大学名誉教授)

若林 久嗣(东京大学农学部教授)

1. 增大沿岸生物生产的可能性

管野 尚*

增大沿岸生物人工的生产,可以认为,极大的程度是根据作为目标的沿岸生物的生物特性,开发增殖技术和使用其技术结合生产,促进制定社会生产体制的国家施策。特别是最近,由于适应日本社会经济环境的变化,试图重新组织渔业和科学技术政策的新发展,可以预想,与增大沿岸生物生产有关的技术开发目标也应该向21世纪变化。

在国土厅制定的迈向21世纪的第四次全国综合开发计划⁽¹⁾中,在200海里体制下,发展水产业的基本方向为“在适当的资源管理下,必须进一步推进日本周围水域水产资源的增殖和高度利用”,把“推进培育渔业和强化水产资源管理体制”作为具体发展方向的支柱。而且,就培育渔业来说,“与推进扩大栽培对象鱼种、开发新饲料、开发优良品种等的同时,为了谋求渔业者为主体的栽培渔业的固定化,进行地区栽培渔业设施的计划设置等。加上设置鱼礁及整顿和改良增殖场、设置浮鱼礁及开发利用率低的砂泥区域、开发外海养殖系统及音响驯化型海洋牧场系统等,促进新的渔场的开发整顿”。还有,就强化水产资源管理体制来说,提出“掌握主要鱼种的资源量,进行与海域特性、渔业种类特性相适应的水产资源的育成、管理系统的开发等,谋求确立基于适当资源管理的渔业。还有,适应游渔人口的增加等,按照地区的实际情况,制定为了包括游渔者等在内的保护水产资源的法规等”的方向,对增大沿岸生物生产新的行政措施指出了方向。

而且,就科学技术政策来说,也在科学技术会议咨询第13号回答上级咨询“关于国立试验研究机关中长期应有的状态”进行了研讨。在农林水产省方面,在策划谋求迈向21世纪农林水产技术革新的目的中,已于1983年制定农林水产研究的基本目标⁽²⁾。关于水产业,于1985年9月制定有关水产业的试验研究目标⁽³⁾,指出关于推进养殖业、增殖业和栽培渔业等试验研究的方向。

迈向21世纪日本的沿岸渔业,在强调增大沿岸生物生产的技术对水产业的发展具有重要意义的同时,有关水产的地区,社会新的发展方案与海洋开发有关产业的开展关系更加密切,应寄予很大的关心。不过,我认为,人们必须将干预自然环境下沿岸生物的生物生产结构,使沿岸生物生产增大的技术体系,以往日本的技术开发,由结合现场实际增大生产的研究方面配合的资源培养型渔业生产技术系统预先加以整理。

§1. 开发研究和行政措施

从1965年到现在,仅仅十几年的时间,增殖日本沿岸水域重要水产资源的技术开发取得了惊人的成果。特别是推进农林水产省的计划研究,对实现在200海里体制固定下,以日本周围水域的研究为目标的资源培养型渔业,具有重要的意义,作为行政措施的耕作渔业、栽

*管野 尚 1932年生,东北大学农学部毕业,现任水产厅研究部参事,现任北海道水产研究所所长

(1) 国土厅编(1987)

(2) 农林水产科技会议事務局(1983)

(3) 农林水产技术事務局、水产厅(1986)

培渔业,进一步成为培育渔业的基础技术。

以1961年美国总统一肯尼迪的开发海洋宣言为发端的海洋开发时代开始的同时,在日本,这一年也设置海洋科学技术审议会,1970年,海洋科学技术开发推进联络会议根据开发计划回答上级的咨询,发表关于以海洋开发为目的的科学技术开发计划第一次实施计划,提出了国家应该起主导作用,并加以推进,作为5项计划之一被提出的是,开发资源培养型渔业的研究。

从1970年到1974年5年间实施的农林水产省研究项目“关于开发浅海增殖养殖渔场的综合研究(浅海项目)^[11]”,在开发这一资源培养型渔业中,已被摆上位置而推进。而且,从1977年到1981年的研究项目“关于开发溯河性鲑、鳟大量培养技术的综合研究(鲑、鳟项目)^[12]”也作为开发资源培养型渔业的研究,承接并发展水产厅的委托事业“经济鱼类大规模养殖等实验事业”的一部分成果。谋求与1977年实施200海里体制的同时,开始日本沿岸、近海经济鱼类藻类资源培养的海洋牧场技术(海洋牧场计划)的开发研究^[3],在从1980年起9年的长期计划中,在向着实现作为行政措施的培育渔业,作为基础性的技术开发研究摆上新的位置下,进行迈向21世纪日本周围水域的研究。

而且,有关这些技术开发研究的行政措施,从1965年的下半年起,已经明显地起了很大的作用。在1971年,与有计划地推进沿岸海域增殖的措施合并,确定设立海洋水产资源开发中心,制定海洋水产资源开发促进法,因此,就推进增殖来说,除了农林水产大臣将包括增大其生产的目标及每一对象种适宜的自然条件标准等,作为决定开发的基本方针外,都道府县的知事将沿海域中符合适宜自然条件标准的水域,作为能够设定沿岸水域资源开发的区域。考虑到需求供给和技术,开发的基本方针大概每5年决定一次,在以1975年作为目标年度的第一次基本方针中,由增殖增大生产的目标为31万吨,在以1980年度为目标年度的第二次基本方针中为41万吨,在以1985年度为目标年度的第三次基本方针中为52万吨,在以1990年度为目标年度的第四次基本方针中为54万吨,一直到现在^[4]。

在事业方面,就有效利用沿岸渔场的渔业振兴来说,开始于1952年的浅海增殖开发事业,相继进行了设置鱼礁事业、沿岸渔业综合振兴对策事业和1962年的改良沿岸渔业结构对策事业,1976年根据沿岸渔场整顿开发法的新事业作为公共事业着手进行,强有力地推动了渔场开发整顿。而且,1963年在濑户内海开始的栽培渔业,随着技术的确立,向全国展开,1979年由濑户内海栽培渔业协会改组为日本栽培渔业协会,在全国主要地区建设了国营栽培渔业中心^[4]。

从1981年到1983年,水产厅举办渔场管理制度研究会,在栽培渔业的进展及渔业与游渔渔场利用竞争激烈的情况下,就以水产资源无主论为中心所构成的现行渔业制度的重新认识进行了研讨,根据研讨的结果,1983年修正了沿岸渔场整顿开发法。其内容是,以往的沿岸渔场整顿开发计划制度,加上称为特定水产动物育成事业制度的沿岸渔场整顿手段,进一步导入有关为谋求振兴栽培渔业,有计划地推进栽培渔业的制度及有关证实种苗放流经济效果等事业的制度,进一步导入了渔业与游渔渔场利用制度。根据1984年公布的修正法,农林水产大臣规定了“关于水产动物的种苗生产及放流以及水产物育成的基本方针”,决定以1981年为基准年,以1987年为目标年,关于种苗生产的规模等的基本方针和指标及为了达到这一目的所必须的技术问题,今后开发的进展方向和开发的课题等,此外,也谈到栽培渔业有关机构相互间的联系等^[4]。因此,作为以资源培养为目标的行政施策的栽培渔业,在中长期的规

划中，国家、都道府县、渔业者以各自的立场，一方面有计划、有效率地推进沿岸生物有计划地增大生产，一方面谋求新的开展。

§2 资源培养型渔业技术开发计划研究

为了考察增大沿岸生物生产的可能性，先概观一下以往农林水产省的计划研究。

2.1 浅海项目

这一研究，在自然的环境条件下，将控制鱼贝藻类生活史初期减耗的要因和改变环境纳入重要研究课题，根据实验证实，技术成果是划时代的计划研究，是生物系和工程学研究人员在资源培养中首次合作的共同研究。在日本北部，以北海道鄂霍次克沿岸的虾夷扇贝、三陆沿海的虾夷盘鲍，在日本西部，以濑户内海的真鲷、日本对虾作为主要的研究对象种，进行了资源培养的技术开发。虾夷扇贝母贝群体的形成、虾夷盘鲍海中森林的建造、日本对虾潮间带放流技术、真鲷的音响驯化等是形成沿岸渔场整顿开发事业和栽培渔业等技术基础的技术开发研究。如果从另一观点来看，食害生物的存在，在增殖技术中，首次被作为技术开发的重要问题纳入研究。

2.2 蛙、鲷项目

这一研究在200海里时代开始以前已列入计划，在日本北部整个海域，蛙、鲷孵化放流事业开始以来，初期是以大规模研究组织进行的技术开发研究，现在已成为生产约5000万尾、15万吨左右大麻哈鱼基础的研究。

根据北海道河川型放流技术、东北太平洋沿岸海中饲养放流应用技术的回归实验证实，在日本北部各地，与迅速开展孵化技术的开发和改良途径的同时，培养了许多研究人员和技术人员。从以往的孵化放流技术回到种苗放流技术的研究，是认识到用投饵的中间育成和种苗性、标志等新的研究问题的重要性的研究。

2.3 海洋牧场计划

在200海里时代开始的同时，海洋牧场的构思作为水产行政和研究方面的课题被提出，并付诸实施。作为行政施策，进一步作为事业实施的有，沿岸渔场整顿开发事业的大规模增殖和人工礁渔场的建造事业、海域综合开发事业、规划海外养殖。一方面，在技术开发方面，这一海洋牧场计划始于海洋牧场的技术开发研究，从1980年到1988年的9年间，作为连续Ⅱ期的计划研究正在进行。

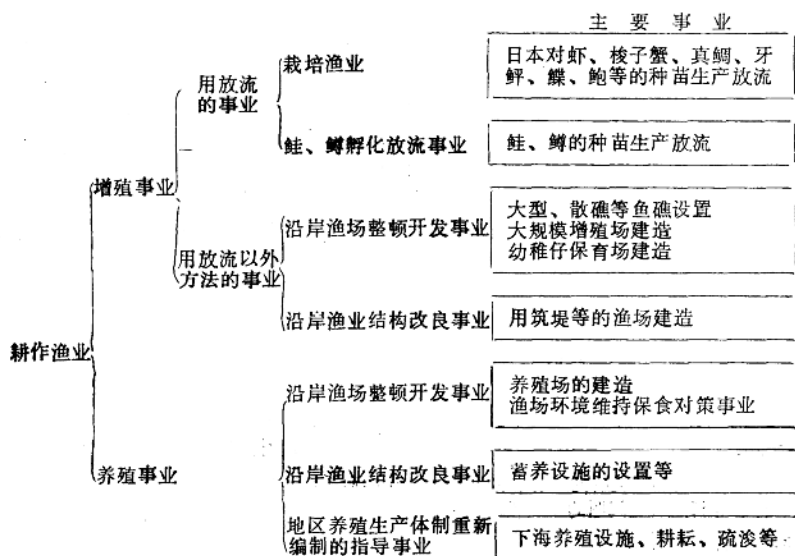
在这一研究的实施中，集中有关水产的国立试验研究机构、地方自治体的水产试验场、大学及民间企业产、官、学的研究力量（1985年36个机构）。这一研究以海洋的大自然为对象，为了谋求超越过去养殖生产的范围，综合有效应用海洋生态系，打算带有步入未知领域的意图而合作。因此不仅纳入有关水产的，而且纳入生物学、物理学、工程学、其他广泛领域的先进科学技术。已经结束了第Ⅰ期、Ⅱ期研究（1980～1985年），在以后进行的第Ⅲ期研究（1986～1988年）中，根据以往的成果，以马苏大麻哈鱼、牙鲆、金枪鱼、白扇贝、爱森藻、空茎昆布为对象种，着手复合型资源培养系统的研究。

§3 关于增大生产的技术问题

作为产业对象重要的沿岸生物的天然采苗、人工采苗、种苗生产、种苗育成等的养殖技术，就多数种类来说，已发展到能人工生产大量种苗。

打算把增产获得的水产生物纳入渔业结构中的行政施策，用耕作渔业中的增殖技术的增殖事业，特别是用种苗放流的栽培渔业和蛙鲟孵化放流事业及沿岸渔场整顿开发事业，沿岸渔业结构改良事业进行渔场建造（表1.1）。

表1.1 耕作渔业的结构（水产资料总览，引自地球社，1980）



特别是大规模的种苗放流，可认为是掌握增大生产的关键。

现就农林水产省所进行的计划研究，在1970年以后约15年的时间中才明确起来的有关增大生产可能性的几个技术问题来考虑看看。

3.1 初期减耗的控制

在以增大水产生物生产为目标的技术开发研究中，控制水产生物初期减耗成为重大的课题。这一点在现在的技术开发研究中也没有改变，即便是将人工确保的种苗，在自然环境下将其育成，在自然环境中放流的初期阶段，如何控制初期的减耗成为重大的课题。

日本对虾的人工潮间带放流技术和虾夷盘鲍饵料海藻的海中造林建造技术，是着眼于初期减耗与食害关系的增殖技术，被作为实用的生产技术应用。日本对虾幼体的减耗是由于生息在潮间带的鰕虎鱼类等的鱼类食害，这一点从在人工建造干出度不同的人工潮间带上，播放日本对虾种苗的存活率得到证实。在实际的增殖事业中，一边用网围以排除鱼类，一边驱除潮间带食害生物，在食害少的海域，实施往海底放流大型种苗等的事业，生产技术适应于地区的环境特性而进一步被应用。而且，关于东北地方三陆沿岸的岩礁地带，大型海藻群落消失，多年持续呈礁烧现象的原因，已证明是由紫海胆等藻食性动物的食害，为了使其恢复，开发昆布的海中造林，使海胆类与海藻群落的数量维持平衡，实验性地弄清虾夷盘鲍渔

场可能增大生产的研究,在实际现场中,通过渔场的管理,为增大生产作出贡献。这种想法使海藻森、空茎昆布等多年生大型藻类群落的造成技术进一步发展,开发人工控制海藻群落迁移的技术,将进一步进行研究。

就防止初期减耗来说,用放流种苗的规格可使减耗率降低,这一点从以往经过多年的试验研究和放流的实际试验,已经弄清。生产放流用的种苗规格为:真鲷(全长)20毫米、牙鲆(全长)30毫米、日本对虾(全长)15毫米、梭子蟹(全壳宽)5毫米、刀额新对虾(全长)15毫米、虾夷扇贝(壳长)30毫米、鲍鱼(壳长)10毫米、魁蚶(壳长)2毫米、螺(壳高)5毫米、海胆类(壳径)5毫米。

3.2 种苗性

即便将生产的种苗直接放流到渔场中,也未必能与增大沿岸生物的生产相结合。作为增殖事业,为了有计划地谋求以种苗为原料的资源培养,有必要先明确,作为种苗性其在经济上和生产结合的种苗规格和质量。当然,由于种苗放流是一种经济行为,为了减少种苗的生产成本和运输成本,因而,常常无视种苗的规格与存活率的关系,而偏向于规格小型化的趋势。而且,如果现在已经能够进行种苗的大量生产,与其说以质,不如说是以量为目标进行的种苗生产,则有可能失去作为种苗本来必须具备产生经济效果的生物学特性。

1972年、1973年的三陆沿岸,1975年的青森县6个湾,1977年的北海道喷火湾养殖的虾夷扇贝大量死亡的现象是起因于种苗,为了使预防的措施和新的计划性的增殖生产体系可靠,作者等^[5]想出所谓种苗性这一词汇,提出构筑不抑制的虾夷扇贝养殖生产技术。在当时的虾夷扇贝种苗生产中,在中间育成时,既没有弄清每笼能容纳稚贝的标准,而且,也没有环境容纳能力这种想法。因此,在进行大规模种苗生产的同时,种苗的质量很低,成为没有经济价值,出现了养殖的虾夷扇贝大量死亡的现象。用于放流事业的种苗同样也没有效果。

种苗性的想法,以后由青森县水产增殖中心作出报告,所谓种苗性“是指把种苗作为增殖恒久的产业能够成立的必要的种苗特性、天资。作为特性、天资的内容,可总结为能够得到某种程度以上的成活率和所期望的生长”。

种苗性不只是虾夷扇贝,总的来说,把资源培养作为事业进行时,放流的种苗、种苗性是共同的课题。例如,能够期望存活率20%、回归率5%的种苗可以应用,必须研究能以数值表示种苗性的方法^[6]。在岩手县的大麻哈鱼放流事业中,将放流事业的方针改变为正确放流具有种苗性的稚鱼,谋求改良孵化、饲养的管理技术,以每1平方米的水体饲养稚鱼1万尾为标准,认真管好水质,放流时将放流于河里的稚鱼样品直接移入已汲入海水的铁桶里,检测稚鱼有无海水驯化能力,可以判断稚鱼的种苗性。即便是体重达0.6克,可以放流的鲑稚鱼,当其不具备海水驯化能力时,在铁桶中也会横转上浮,这样的稚鱼就是放流也没有效果,这是谁都能够掌握的种苗性判定法之一。

3.3 环境容纳能力

以种苗放流的资源培养已经到了将环境容纳能力考虑进去的阶段^[6]。虾夷扇贝的种苗生产、垂下养殖生产、沿岸增殖生产,无论哪一方面,如不把环境的容纳能力考虑进去,则不可能进行有计划的生产。

在陆奥湾、猿间湖、喷火湾的虾夷扇贝养殖生产中,环境容纳能力分别由饵料浮游生物和以往的种苗生产量与成贝生产量的关系等测定,养殖设施和整个渔场环境容纳能力以吨数

表示。在鄂霍次克海沿岸的种苗放流事业中，在虾夷扇贝母贝形成群体的同时，天然发生量也明显增多，超越渔场环境容纳能力增大虾夷扇贝的资源，虾夷扇贝的成长和产卵能力降低，进而开始出现估计是由于营养不足而死亡的现象^[7]，人工控制与环境容纳能力平衡的资源量成为技术性的课题。

3.4 技术劣化

与沿岸生物生产增大密切相关的增养殖生产技术，相应呈技术劣化的现象。一般可以认为并非技术劣化，而是由于以生物生产为对象的生产技术，部分技术的变化和构成技术体系的人类方面的生产结构而出现大量死亡的现象和阻碍成长等，根据生产技术本来应该能够产生的生产效果也降低。

这一所谓技术低劣的词汇，是作者等^[6]在说明青森县6个湾养殖虾夷扇贝大量死亡的现象，提出防止死亡对策时考虑出来的。开发虾夷扇贝的种苗生产技术，在使用种苗的养殖生产纳入轨道的初期阶段，在生产的虾夷扇贝中，没有看到大量死亡的现象。可是，参加养殖的合作社员数量急剧增加，养殖设施一增加，以往渔场使用的规则就被改变，被忽视，生产技术体系可能向所谓过密的养殖方向变化。这样的结果，出现了种苗性的恶化和大量死亡的现象。这是由于忘记了虾夷扇贝本来是生息于砂质底的生物，而将其作为容纳于悬挂在海里养殖设施的“东西”处理。陆上的农作物，人们可以直接手摸眼看，在海中，这是不可能的，这也是出现大量死亡的原因之一。人类控制饲养管理生物密度的技术，在有关沿岸生物生产的增养殖生产技术中，伴随着高度的软技术。

技术劣化在种苗生产的现场也可以看到。新的部分技术被开发或被导入，改革设施或承担者更换时，以往进行得很好的种苗生产，往往由于技术体系的变化而呈现异常。在种苗放流事业中，也出现机械地将种苗作为吊养“东西”处理的情况和技术劣化，放流效果降低。

3.5 生物学的技术课题

增殖技术的开发，怎样认识作为对象的重要水产生物的生物学特性及其与环境的关系等，如何把这个作为技术体系建立起来是很重要的。鲑鱼回归母川的本能、贝类变态固着于基质上的生态、牡蛎丝状体潜入石灰质海藻中的生态等的生物学知识，成为以往已开发的增养殖生产技术的基础。如果不认识生物学的特性，就不可能产生新的技术，这样说并不夸大。在农林省的计划研究中，已开发的虾夷盘鲍饵料大型海藻的海中造林技术、大麻哈鱼的海中饲养放流、日本对虾的人工潮间带放流等是基于生态学知识的新技术开发。而且，在现在的技术开发中，就大麻哈鱼来说，往海中饲养放流的场所回归、往被切断作为标志的海域回归、不让回归江河的一代放流，还有，就鲑鱼以外的鱼类来说，也有亲鱼洄游路线的遗传性等，据说有关标志的课题正产生出新的养殖技术。还有，海洋牧场计划的马苏大麻哈鱼人工降海化，是人类干预鱼类的生理机理新的技术开发。有关放流种苗遗传因子的多样性，研究人员关心的是用于种苗生产的亲鱼数量和种群。

§4 增大沿岸生物生产的可能性

目前沿岸生物的资源培养，以已往开发了增养殖技术为基础，一方面采用新开发的部分技术，一方面依赖种苗放流积极的增殖事业和养殖生产，今后，其生产有稳定增加的可能性。但是，我认为，结合新的产业，实现大规模的资源培养，要由制作生产体系结构的人类方面的社会经济条件来决定。

(1) 即便是作为现在的行政措施全国性进行的“耕作渔业”的行政措施,到目前为止,也是以使增殖生产发展起来的技术为基础,在鲑鲟类方面,除大麻哈鱼外,正开始马苏大麻哈鱼、银大麻哈鱼、红大麻哈鱼等新鱼种的养殖生产和放流实验事业,我认为那些鱼类资源培养的可能性高。而且,在以各地区栽培渔业中心为中心的日本对虾、真鲷、梭子蟹、鲍类、海胆类等,结合地区性的产业,现在也已经可以看到沿岸资源的增加。今后,如何构思将渔场建造与资源管理结合,实现地区有效的“培育渔业”是个课题。日本栽培渔业协会受国家的委托,正在实施的经济鱼种大规模种苗生产技术的开发,经地区或海区种苗放流效果的试验证实,能否发展到结合增大生产的生产体制,成为增大生产重大的关键。

(2) 然而,近年日本社会经济形势的变化,为了实现栽培渔业,不仅是国家,而且都道府县、市镇村,再就是渔业者参加积极的增殖事业,在经济方面也已经能够解决,实际上,根据由与渔业有关方面参加的做法,增大生产的可能性已经受到了影响。

以大规模的种苗放流和渔场建造实现了的以往的增殖生产,今后,新的对象种,例如,就鲷类等而言,在组织栽培渔业时,青森县从1988年起打算实施的县、市镇村、渔业者分别各负担1/3,积累栽培渔业基金8亿元,认定鲷为县当地鱼种,如同县民提出的进行合作一样,变成需要新的生产体制。

鲷和金枪鱼类的种苗生产技术的开发也在进行,应用这一种苗的栽培渔业的合作,日本国内的体制自不待说,确立国际性的资源管理技术的必要性等,似更需要大规模的合作。

(3) 还有,有关沿岸生物生产的增大,导入21世纪海洋论坛的民间活力已经受到注目,应用水产业以外其他产业领域拥有的先进技术的海洋牧场和大规模养殖,我认为,依靠与地区振兴相结合的海洋娱乐有关产业更有可能增大新的地区性的水产资源。

(4) 一般可以说,今后沿岸生物生产增大的可能性,我认为是根据国家水产行政政策带来的渔业经营的稳定化,地区社会经济的活性化成为可能的条件来决定。在技术上,解释清楚种苗性、环境的容纳能力、技术劣化等的研究问题和种苗放流事业的经济性将更受重视。

文 献

- [1] 农林水产技术会议事務局: 浅海域における増殖漁場の開発に関する結合研究, 研究成果, 116, 1—224 (1979).
- [2] 农林水产技术会议事務局: 瀬河性さけ・ますの大量培養技術の開発に関する総合研究研究成果, 163, 1—174 (1985).
- [3] 农林水产技术会议事務局: 近海漁業資源増大への新しいアプローチ(マリンランティング計画)第Ⅱ期成果の概要, 1—409 (1987).
- [4] 三村 健二: 水产増殖研究の歩み, 农林水产研究文献解題(12), 水产増殖編, 1—17 (1986).
- [5] 菅野 尚・佐藤重雄: ホタテガイの増養増と利用(日本水産学会編, 恒里社厚生閣, 11—25 (1980).
- [6] 佐藤重雄: 栽培漁業の技術的課題, 西日漁業経済論集(27), 1—14 (1982).
- [7] 和久井卓哉: 北海道釧路地域における資源均養, つくる漁業, 資源協会, 312—326 (1983).

2. 种苗生产技术展望

矢藤 田郎*

种苗无论是在养殖渔业方面或者是在栽培渔业方面都是不可缺少的。其生产方法大致可以分为用采苗器或渔具捕获发生于海中的幼体的天然采苗和使受精卵孵化由人工育成幼体的人工采苗。

战前已进行了紫菜、牡蛎、蛤仔、珠母贝等双壳贝和罗氏石勃卒、鲷鱼等的天然采苗养殖。从1935年前后起,对海产生物生活史的解释逐渐进步,使生活史的人工操作成为可能,在1960年前后,开发了紫菜、裙带菜、日本对虾等的人工采苗技术,开始进行应用人工种苗的养殖。1963年水产厅提倡“培育渔业·栽培渔业”,1970年以后,各地栽培渔业中心的建设有了进展,人工采苗的研究在从海藻到鱼类的广泛生物领域中活跃地进行。如果根据1985年度的种苗生产统计^[1],大约可以进行80种鱼贝类的种苗生产,在白鲑、日本对虾中,可以以亿为单位生产种苗,紫菜、裙带菜已经可以用人工种苗生产。然而,现在的人工采苗技术是依赖试验和人工操作,生产成本也高。为了今后栽培渔业的发展,必须廉价大量生产种苗,为此,必须进行生产机械化和自动化的技术革新。并且,也有必要把生命工程学导入养殖对象种的育种工作之中。现将种苗生产对象的生物分为鱼类、甲壳类、软体类、棘皮动物、海藻类,展望人工采苗的种苗生产技术现状,并就存在的问题加以叙述。

§1 种苗生产对象种和生产尾数

种苗生产由日本栽培渔业协会各地事业所、县市町村、渔协、民间的种苗生产设施正在全国性地进行。生产对象种和生产量因年而异。作者基于1985年度栽培渔业种苗生产,取得放流的实绩(全国),将最近部分生产情况重新编制的资料列于表2.1~2.4。

表2.1中列出了35种鱼类,其中,不包括白鲑(20亿尾以上)、香鱼(约5000万尾)和天然采苗的鲷鱼和真鲷。鱼类总生产尾数为94500万尾,63.8%用于放流,36.2%用于养

表 2.1 1985年度鱼类按采苗方法和用途的生产尾数(全国)^[1](×1000)

种 多	生产数	采、苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
太平洋鲱鱼	921	921	0	921	0
鳕 鱼	9169	9169	0	9169	0
长 吻 鲈	441	441	0	133	308
黄鰭无齿鲈	27	27	0	27	0
黄 条 鲈	23	23	0	11	12
真 鲷 鱼	1253	1253	0	253	0

* 藤田 矢郎 1925年生,九洲大学农学部毕业,历任长崎县水产试验场场长,东京水产大学教授

(续表)

种 名	生 产 数	采 苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
竹 筴 鱼	394	394	0	394	0
星斑裸颊鲷	207	207	0	204	3
石 鲷	230	230	0	0	230
花 鲈	968	968	0	948	20
三线矶鲈	657	657	0	657	0
大白鲈鱼	56	56	0	0	56
赤点石斑	30	30	0	30	0
少 鳞 鲷	100	100	0	100	0
黑 鲷	11869	11869	0	11033	836
南 黑 鲷	550	550	0	170	380
真 鲷	46254	46254	0	21388	24866
日本叉牙鱼	377	337	0	377	0
蓝点马鲛	30	30	0	30	0
欧尾六线鱼	42	42	0	42	0
鲷	49	49	0	40	0
无备平鲷	6	6	0	6	0
黑 鲷	1835	1835	0	1557	278
狐 鲷	41	41	0	41	0
褐 葛 鲷	127	127	0	127	0
鬼 鲷	27	27	0	24	3
鲷	13259	13259	0	7949	5310
赤 鲷	2	2	0	2	0
石 鲷	160	160	0	160	0
尖吻黄盖鲷	100	100	0	100	0
施氏黄盖鲷	166	166	0	166	0
黄 盖 鲷	1893	1893	0	1893	0
油 鲷	23	23	0	23	0
长 鲷	1	1	0	1	0
红鳍东方鲀	3285	3285	0	1385	1900

殖。表2.1中没有列出过去进行过种苗生产的主要鱼种有：飞鱼类、梭鱼、日本金枪鱼、黄鳍金枪鱼、东方狐鲣、紫鲷、鲃、犁齿鲷、黄鳍鲷、平鲷、胡椒鲷、刺鲃虎鱼、彼氏单鳍鲃虎鱼、蓝子鱼类、远东多线鱼、丝鳍单角鲀类等。

甲壳类(表2.2)为对虾类6种、抱卵虾类2种、异尾类2种、短尾类6种。总生产尾数为726000万尾,其中81.1%用于放流,18.9%用于养殖。在表2.2以外,作为研究中的种有日本龙虾、毛缘扇虾、蛙形蟹、大螯姑虾。

表 2.2 1985年度甲壳类按采苗方法和用途的生产尾数(全国)^[1](×1000)

种 名	生产数	采 苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
日本对虾	625489	605789	19700	488459	137030
宽沟对虾	324	324	0	324	0
短沟对虾	3513	3513	0	3513	0
中国对虾	267	267	0	267	0
刀额新对虾	49189	49189	0	49189	0
脊 赤 虾	88	88	0	88	0
高背长额虾	122	122	0	122	0
北方长额虾	29	29	0	29	0
堪察加拟石蟹	178	178	0	178	0
短足拟石蟹	305	305	0	305	0
盲珠雪怪蟹	2	2	0	2	0
毛 甲 蟹	298	298	0	298	0
锯缘青蟹	20	20	0	20	0
三疣梭子蟹	45790	45790	0	45784	6
远海梭子蟹	288	288	0	283	0
日本绒螯蟹	172	172	0	172	0

表 2.3 1985年度软体动物按采苗方法和用途的生产尾数(全国)^[1](×1000)

种 名	生产数	采 苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
杂 色 鲍	431	431	0	311	120
杂色耳鲍	301		0	301	0
盘 大 鲍	9628	4628	0	9254	374
虾夷盘鲍	16895	16985	0	14985	1910
大 鲍	17	17	0	17	0
施 氏 鲍	2384	2384	0	2384	0
蝶 螺	595	595	0	595	0
日本东方螺	1845	1845	0	1845	0
魁 蛞	18405	14805	5	5655	9150
华贵栉孔扇贝	4563	4563	0	915	3648
白 扇 贝	3396	0	3396	1148	2248
虾夷扇贝	3001639	0	3001639	2079556	922083
滑顶薄壳乌蛤	6	6	0	6	0
大 砗 磲	107	107	0	107	0

(续表)

种 名	生产数	采 苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
碎 蚝	32	32	0	32	0
丽 文 蛤	510	510	0	510	0
斧 文 蛤	1261	1261	0	1261	0
中国蛤蜊	20	20	0	20	0
库页岛厚蛤蜊	766	766	0	766	0
花雷宝石螺	270	270	0	0	270
企鹅珍珠贝	910	910	0	0	910
马氏珍珠贝	38010	38010	0	0	38010
珠 母 贝	150	150	0	0	150
大珠母贝	290	290	0	0	290
长枪乌贼	0	0	0	—	—
莱氏拟乌贼	1	1	0	0	0

软体类(表2.3)为腹足类8种、双壳类16种、乌贼类2种。表2.3中双壳类的虾夷扇贝和白扇贝为天然种苗,其他全部是人工采苗。在天然采苗的长牡蛎和菲律宾蛤仔及马氏珠母贝和华贵栉孔扇贝中,除人工采苗外,还有天然采苗,然而表中没有记载。在乌贼、章鱼类中,有长枪乌贼和莱氏拟乌贼,1960年进行过3种金乌贼类和真蛸及短蛸的种苗生产。

棘皮动物(表2.4)为海胆类5种,海参类1种。表2.4的虾夷球海胆、光棘球海胆、海参中包括天然采苗。红海胆、虾夷球海胆、光棘球海胆的数量少,正进行养殖试验。

表2.4 1985年度棘皮动物种苗生产尾数(全国)^[1](×1000)

种 名	生产数	采 苗 方 法		用 途	
		人 工	天 然	放 流	养 殖
红 海 胆	2285	2285	0	2284	151
美 球 海 胆	241	241	0	241	0
虾夷球海胆	1118	696	422	978	140
光棘球海胆	2988	515	1473	2268	720
紫 海 胆	41	41	0	41	0
刺 参	732	205	527	732	0

§2 技术的发展经过和现状

2.1 鱼类

1) 发展经过 海产鱼类的人工采苗研究,就真鲷、黑鲷而言,昭和初期就已经开始,经过长时间适当饵料的探索期,1965年起,咸水轮虫(以下简称轮虫)在除真鲷外的数种海产鱼类仔鱼饲养实验中证明是有效的,开拓了种苗大量生产的途径^[2],作为轮虫的培养饵料,

开始是用海产的小球藻,1972年前后起,开始使用面包酵母。随之而来,各地发生仔鱼的大量死亡,其原因已被实验证明,是由于面包酵母缺少轮虫中海产鱼类所必需的脂肪酸二十戊烯酸、廿二己烯酸等(以下称 $\omega 3$ HUFA),已掌握了解决的方法^[3]。并且,在同一时期,真鲷稚鱼脊椎弯曲症的发病率高,其原因已解释清楚,是起因于鳔的发育障碍,仔鱼吞入的空气受阻,已掌握了防治的方法^[4]。1970年以前,受精卵是依靠捕获天然鱼类进行人工受精,以后,开发了养成亲鱼在池中自然产卵法,使得能够容易获得大量的受精卵。到1980年前后,根据实验,可以求得各种鱼类仔鱼一天对轮虫的摄食率,已经能够预先制定各成长阶段一天的给饵计划及饵料的生产计划^[5]。1980年以后,在建设的种苗生产设施中,已出现了饲育作业机械化和自动装置^[6]。

2) 亲鱼和产卵 亲鱼养成在海上网箱或陆上水槽中进行,前者在即将产卵前,将其移到陆上水槽,让其产卵。陆上水槽有的也配备了加温、冷却设施,可进行加温饲育提前产卵、水温刺激诱发生产卵等。用长日照处理促使产卵,在海产鱼类中研究得不多,仅进行了牙鲆的研究,是今后的研究课题。亲鱼饵料的营养组成大大影响到卵子的化学成分,投喂乌贼粉、冷冻磷虾可高提真鲷的产卵量、孵化率以及正常仔鱼的出现率是众所周知的^[8]。

3) 孵化仔鱼的饲育 稚鱼期的饲育方式可分为仔鱼期在陆上水槽。稚鱼期在海面网箱饲育、一直在陆上水槽饲育、一直在海面网箱饲育、筑堤池粗放生产,通常是陆上水槽与海面网箱并用。一般将刚孵化的仔鱼或精卵收容于100吨左右的陆上水槽,脊索上屈期以前,用轮虫饲育,脊索上屈期以后到稚鱼初期,以轮虫、丰年虫、桡足类与配合饲料并用,稚鱼期以后,用鱼贝肉糜和配合饲料饲育。对于稚鱼期的生物饵料,一天的摄食率是体重的60%左右,将流失的损失估算在内,一天的给饵率是80~100%。到达稚鱼期的存活率通常是40~60%,稚鱼期以后,海面网箱中达到种苗规格的存活率60~80%,总计30~40%是正常的。到稚鱼期存活率,受小球藻和轮虫生产量的影响很大。在海岸构筑的筑堤池中预先施肥,增殖浮游动植物,如果在接近自然环境的条件中采苗,能够生产种苗性高的健康稚鱼^[9],可是,每一单位面积的生产量低是个难点。

日常的饲育管理是:(1) 饵料生物及仔稚鱼的计数,(2) 投饵,(3) 清扫水槽底部,(4) 水质管理等,其现状是:(1) 是手工操作,(2)和(3)是用先进的生产设施,由机械化自动操作,(4) 水温和溶解氧自动操作,其余工作多为手工操作。由于机械化自动管理不仅省力,而且对管理的可靠性和作业的均衡化极其有效。

4) 生物饵料的种类和生产 作为生物饵料被应用的是:(1) 轮虫,(2) 丰年虫的孵化幼体,(3) 蚤水蚤,(4) 桡足类浮游生物,(5) 鱼卵和孵化的仔鱼。其中(1)、(3)、(5)是自己生产,(2) 是市场的货品孵化,(4) 是自己采集的。轮虫的培养饵料是:(1) 自己生产的海产小球藻,(2) 市场上的浓缩淡水小球藻,(3) 市场上的油脂酵母,(4) 市场上的面包酵母等。在用(1)和(3)培养的轮虫中, $\omega 3$ HUFA的含量缺乏,所以,在投喂仔鱼之前,有必要用浓缩的乌贼肝油乳化物等加以补充^[10]。

在小球藻的培养中,可用100~300吨水槽,使小球藻增殖到2000万细胞/毫升以上而使用,轮虫的小球藻摄食量1天每1个体大约是30万个细胞,所以,需要许多生产水槽。

5) 人工采苗稚鱼的种苗性状 在人工采苗的稚鱼中,发现脊椎弯曲,头骨变形,椎体融合变形,神经棘、血管棘、担鳍骨变形,各鳍鳍条变形,胸鳍鳍条数不足等的形态异常。目前,骨的异常情况正在减少,可是,根据X射线、透明染色等所发现的轻微异常不断出现,

由于鳍条再生的变形、胸鳍鳍条不足在真鲷中的出现率很高。这些已弄清是由于种苗生产技术的不完全，应该作为技术改进的指标。还有，在水槽中高密度饲养的种苗与相同规格的天然幼鱼及筑堤粗放式的种苗相比，由于对露出空气、麻醉、低氧等活力耐性试验的结果显著的差^[9]，所以，必须改进生产方法。

6) 人工种苗的需要量 将来的种苗需要量，特别是，就开展栽培渔业中需要的种苗数量来说，有必要以对象种的0岁鱼加入资源量为基准加以推算，然而，未必能够说得清楚。在种苗生产技术的再开发时，为了考虑设施的规模，必须弄清生产目标所需要的量。

2.2 甲壳类

1) 发展经过 甲壳类孵化幼体的饲养开始于1938年藤永的日本对虾饲养，经过用培养硅藻骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 饲养到糠虾幼体期的大量饲养，二次世界大战后，由于输入丰年虫，已经能够大量生产稚虾^[11]。而且，在1960年使用2~3吨的小型水槽，将由另一途径生产的饵料从外部投饵的方法，开始了产业规模的种苗生产，到1964年使用大水槽，将培养硅藻以外的初期饵料与日本对虾幼体的饲养在同一水槽中进行，开发了现行大量生产的方法^[12]，1970年代后半期，种苗生产用的配合饲料实用化，进一步确立了生产技术^[12]。这一方法应用于日本对虾科的虾类及梭子蟹，正进行大量生产。日本海或北海道产的高背长额虾、北方长额虾^[13]、堪察加拟石蟹^{[14][15]}、短足拟石蟹^[16]、盲珠雪怪蟹^[17]、毛甲蟹^[18]等冷水性种的种苗生产，堪察加拟石蟹于1940年，其余于1960年以后开始研究。冷水性种亲体的抱卵期及孵化幼体的饲养期长，这一期间的饲养水温，亲体必须保持在5℃以下，幼体保持在10℃左右以下，这一情况可认为是冷水性种的研究滞后的原因之一。

2) 动物亲体和采卵 日本对虾科虾类的产卵都是自由放卵，在卸货的渔港，选择购入即将产卵的亲虾，放养于生产种苗的水槽中，让其产卵、孵化。从养成的日本对虾亲虾采卵也是可能的，然而，到目前为止，由于亲虾比较容易取得，所以一直在利用天然亲虾。日本对虾科以外的种苗生产对象种，都是亲体体上的一部分附有卵子进行卵保护的抱卵种，梭子蟹等暖水性种的抱卵期较短，而冷水性种的长。为了采卵，一般选择卵子已具有“黑点”的亲体进行饲养，使其孵化，在抱卵种中，由于卵子一孵化就再产卵而抱卵，所以，将亲体继续饲养的情况较多。在冷水性种中，抱卵期达到周年者也多，这一期间，必须将水温保持在5℃左右以下，不容易管理。

3) 孵化幼体的饲养 在日本对虾类中，生产槽可用100~200吨的水槽，将饵料硅藻的培养与幼体的饲养在同一水槽中进行，从糠虾幼体期起，喂以轮虫，仔虾初期以后，除喂轮虫外，还喂以丰年虫，此外，糠虾幼体期以后，继续喂以配合饵料，在仔虾期中，也用菲律宾蛤仔的肉糜投喂。梭子蟹也可用与日本对虾大体相同的方法生产，没有必要直接以硅藻作为饵料。冷水性种的幼体可在10℃以下饲养，过去一直采用数吨以下的小水槽，近年已经用大约10吨为单位的水槽进行饲养试验。抱卵虾类的北方长额虾^[13]，用轮虫和丰年虫饲养可生产稚虾，可连续饲养两年以上。高背长额虾^[13]用丰年虫和从溞状幼体4期起与糠虾肉糜并用，可生产1期稚虾。两种都不使用硅藻。异尾类的堪察加拟石蟹^[15]和短足拟石蟹^[15,16]用以海链藻属为主体的硅藻类、丰年虫、丰年虫成体、菲律宾蛤仔、糠虾肉糜饲养可生产达到1期的稚蟹。グロウコトエ期〔译注，见第17页下脚〕以后，可用网箱或鱼巢养殖。短尾类的毛甲蟹^[18]可添加硅藻类，投喂丰年虫、菲律宾蛤仔、糠虾肉糜，从大眼幼体期起，

可用网箱生产,每1立方水体约可生产1000尾稚蟹。盲蛛雪怪蟹^[17]可用丰年虫、菲律宾蛤仔、糠虾肉糜饲养,一个饲养的例子是,从孵化可一直饲养到成为亲虾,也可进行再生产。然而,冷水性种各个种类的种苗生产均未达到量产技术。

2.3 软体类

1) 发展经过 鲍鱼类幼体的饲养开始于1942—1946年猪野^[18]的用温度刺激采卵和用附着硅藻饲养的盘大鲍。量产研究于1964年采用沉着期幼体的采苗器,预先使其增殖附着硅藻的透明微盐板采苗方法的开发^[19]、1974年用紫外线照射海水诱发生产卵方法的开发^[20]、1974年虾夷盘鲍的适水温是基于用12L~12D长日照饲养的成熟积算水温,根据周年采卵技术的开发等的综合,确立量产技术的基础,并且,由于开发种苗生产用的配合饲料^[22]和实用饲料的生产,种苗量产变得容易。蝶螺于1964年、日本东风螺于1971年开始研究,已能进行量产。

双壳贝类幼体饲养始于1940年今井等以单细胞藻属(*Monas* sp.)为饵料的菲律宾蛤仔、丽文蛤、长牡蛎。在双壳贝类中,用切出法受精的贝较少,就诱发生产卵来说,从1930年起研究有了进展^[23],目前,用温度刺激^[20]、反复温度刺激^{[24][25]}、干露与温度刺激并用等的诱发方法,可开发各种对象,现在已经能够比较容易采卵。

双壳贝类幼体的饵料,浮游期、沉降期都是相同的,在搭配上因种而有若干不同,可用培养的*Palvova*、角刺藻(*Chaetoceros*)、小球藻(*Chlorella*)等。

乌贼、蛸类的饲养于1960年就莱氏拟乌贼开始,金乌贼类、真蛸、短蛸于1960年代前半期都饲养到种苗规格,然而,由于饵料及受精卵是依赖采集天然的,因而未能达到量产技术。

2) 动物亲体和采卵 在鲍鱼类方面,可用水槽中周年育成的亲鲍。有恒温饲养和自然水温饲养,前者有可能周年计划生产,诱导产卵有紫外线照射海水法。在双壳贝类中,可用产卵盛期或产卵期前捕获暂时饲养的天然贝,用诱导产卵法采卵、人工受精、使其孵化。在乌贼类方面,采集天然卵,将卵分离,让其在水槽中孵化。在蛸类方面,将产于蛸笼的卵与保护卵子的亲体一起采集,让其在水槽中孵化。

3) 孵化幼体的饲养 在腹足类方面,浮游生活期短,沉着后在牢固的基盘上匍匐。在双壳贝类方面,浮游生活期长,有沉着后用足丝附着在其他物体^{[26][25][26]}和直接潜掘在水底的泥沙中者^{[27][28][29][31][32]},饲养的方法因生态的不同而异。腹足类在浮游生活期中不必投饵,沉着后,鲍、蝶螺摄食在采苗板上自然增殖的附着硅藻。鲍类,在壳长5~10毫米时,将其剥剥离,放入鱼笼、网箱中保护,在水槽中垂下,用孔石莼、裙带菜、鲍用配合饲料等培育。日本东风螺,从其一沉着起就用虾、鱼肉的糜饵饲养。双壳贝类,浮游期在小型水槽中,用筒式过滤器精密过滤的水饲养,投喂前述的培养藻类。附着性双壳贝^[24],在沉着期中,使其附着在虾夷扇贝的贝壳采苗器、网衣等采苗器上,在水槽中垂下饲养,在壳长1~2毫米时,收入于珍珠稚贝笼等中,在海上进行中间培育。潜掘性双壳贝,使其沉着于铺砂的双重底水槽中饲养^{[27][30][31]}。近年,除滑顶薄壳乌蛤饲养到1~3毫米外,就数种^{[28][30]}双壳贝稚贝,在海水中进行上升流饲养法试验,取得良好的结果,这一方法有望作为中间培育的大量饲养。在金乌贼类^{[34][35]}和莱氏拟乌贼^[34]中,1960年曾以日本糠虾、脊腹褐虾为饵料进行种苗生产,然而,要大量获得这些饵料是困难的。真蛸^[36]投喂条纹长臂虾的幼体、幼蟹、小蟹等,于1961年饲养成功,然而,以后没有再进行饲养。短蛸^[37]可用孑孓、着生于叶上的钩虾类、寄居蟹、栗色克丽鰕虎鱼等的活饵培育。