

日 本 海 洋

渔业资源增殖技术考察报告

(内部资料)

国家水产总局黄海水产研究所

一九七九年

日本海洋渔业资源增殖技术考察报告*

中国海洋渔业资源增殖技术考察组

前 言

中国海洋渔业资源增殖技术考察组平陵（组长）、邓景耀、赵法箴、康元德、陈宗尧、毕庶万、崔东珠（翻译）等一行七人应日本全国渔业协同组合联合会（全渔联）的邀请，于1979年7月18日至8月8日对濑户内海的栽培渔业和青森县陆奥湾虾夷扇贝的增殖技术进行了现场考察。主要考察了水产厅南西海区水产研究所，内海栽培渔业中心所属的上浦、玉野和屋岛三个事业场，大分、山口、香川县水产试验场、栽培渔业中心和青森县水产增殖中心。由于日本全渔联和水产科研界朋友们的积极支持，考察进行得比较顺利，基本上达到了预期的目的，取得了一定的成果。

日本是一个海洋渔业比较发达的国家，渔业总产量居世界首位。六十年代以来，日本在沿岸和内海渔场环境的改造与渔业资源增殖方面作了大量工作，规模较大，进展较快。在考察过程中我们对日本对虾（车虾）、真鲷、梭子蟹、鲍鱼的人工育苗，中间培育及其增殖放流技术与效果，饵料生物的大量培育和虾夷扇贝的半人工采苗，以及增殖技术等进行了全面的了解；对濑户内海渔业资源的变动情况，渔场环境和生态系调查，增殖海区的改造和建设，海区的污染状况和渔业管理等方面也作了较深入的了解。此外，日方还安排我们参观了东京水产大学、下关水产大学校和几艘不同大小的调查船。

根据现场考察所了解的情况和日方提供的有关资料进行了比较全面的总结，以供在我国开展渔业资源增殖工作的参考。因限于水平，错误难免，欢迎参阅的同志批评指正。

*刘卓、鲁守范、张立言、王为祥、向葆青、张丽华、李富国、于清华等同志协助翻译了部分资料；聂宗庆同志审阅了扇贝和鲍鱼的资料；文中插图由王义忠同志绘制。

日本海洋渔业资源增殖技术考察报告

(内部资料)

目 录

前 言

一、日本水产科研机构的概况.....	(1)
二、日本渔业协同组合.....	(3)
三、濑户内海的渔场环境和渔业资源状况.....	(4)
(一) 渔场环境.....	(4)
(二) 渔场环境的保护和改造.....	(8)
(三) 渔业资源状况.....	(12)
四、日本对虾增殖.....	(15)
(一) 种苗培育.....	(16)
(二) 中间培养.....	(20)
(三) 放流前的暂养与放流法.....	(21)
五、三疣梭子蟹增殖.....	(21)
(一) 梭子蟹的生物学.....	(21)
(二) 种苗培育.....	(22)
六、真鲷的增殖.....	(23)
(一) 亲鱼的培育和采卵.....	(23)
(二) 饲养.....	(25)
(三) 疾病和畸形.....	(28)
(四) 真鲷的音响驯化.....	(28)
七、饵料生物培养.....	(30)
(一) 小球藻培养.....	(30)

(二) 轮虫培养.....	(32)
(三) 日本虎斑猛犛的培养.....	(35)
八、种苗的放流和效果.....	(37)
(一) 渔场环境的调查.....	(37)
(二) 放流海区的选择.....	(38)
(三) 放流种苗的规格、数量和标志.....	(38)
(四) 放流效果的检验.....	(39)
九、鲍鱼的种苗生产及增殖.....	(43)
(一) 生物学.....	(44)
(二) 种苗生产.....	(46)
(三) 放流增殖.....	(49)
(四) 鲍鱼的病敌害与治疗方法.....	(50)
十、虾夷扇贝增养殖技术的发展与现状.....	(50)
(一) 繁殖生物学.....	(51)
(二) 自然采苗与预报.....	(52)
(三) 中间育成.....	(54)
(四) 垂下式养殖.....	(56)
(五) 地播放流(增殖).....	(58)
(六) 敌害生物与附着生物.....	(59)
(七) 不同养殖方法的产量和产值.....	(60)
(八) 有关增养殖的生物学问题.....	(60)
(九) 人工育苗.....	(62)

一、日本水产科研机构的概况

日本农林省水产厅下设九个水产研究所，其中有六个海区水产研究所，一个远洋水产研究所（静冈县清水市），一个养殖研究所（三重县玉城町），还有一个水产工学研究所（茨城县波崎町）。1949年6月以国立水产试验场为基础，分设了北海道区（钏路市）、东北区（宫城县盐釜市）、东海区（东京都）、西海区（长崎市）、日本海区（新泻市）、内海（濑户内海）区、南海区和淡水区八个水产研究所；1952年在三重县设立了珍珠研究所；1967年8月进一步将内海区水产研究所改为南西海区水产研究所（广岛县佐伯郡），南海区水产研究所改为远洋水产研究所，原南海所有关沿岸渔业方面的工作划归南西海区所高知分所；1978年3月又撤消了淡水区水产研究所和珍珠研究所，建立了养殖研究所和水产工学研究所。九个国立水产研究所共有12艘大小不同的调查船；现有职工总数791人，其中研究人员409人。人数最多的是东海所176人，其中研究人员92人；人数最少的是日本海所57人，研究人员22人。1978年经费决算总额为45亿日元（合人民币3,460万元），每个科研人员平均为1,100万日元（合人民币8.4万元）。几个海区所都设有增殖部或者浅海开发部。我们只参观了设在广岛市郊的南西海区水产研究所的本部，是分管濑户内海的。全所共76人，其中科研人员43人，该本所设内海资源、增殖和赤潮三个部，高知分所设外海资源和海洋两个部。内海资源部下设三个研究室，主要研究沙丁鱼类资源数量变动的原因；主要经济鱼类资源的补充机制；底层鱼类资源的分布生态；真鲷资源的补充和减耗；渔业资源的管理和合理利用等。赤潮部下设赤潮生物、赤潮的发生和预测以及渔场环境保持等三个研究室。增殖部主要研究改进和创新海产鱼、虾、贝类的种苗生产和增殖技术；生物饵料的培养；经济水产动植物的生理、生态和病虫害防治；以及与增殖资源有关的对幼鱼及贝类生态和渔场环境条件、放流效果的检验等方面的调研工作。该所有白藤丸（116.87总吨）和小鹰丸（47.48总吨）两艘调查船。

日本有47个（都、道、府）县，共有县级水产试验场和分场157处。其中海水方面的试验场（60处）和分场（49处）共109处；淡水方面的试验场（22处）和分场（23处）共45处；加工利用方面的3处。只有奈良县没有水产试验场。县立水产试验场有以下四个方面的特点：一是历史较长，与国立的水产研究所不同，一般都有60—70年的历史，滋贺县醒井养鳟场是1878年建立的。我们所到的大分县、山口县内海和香川县水产试验场，分别建于1915、1922和1900年；二是人员少，上述的大分县水产试验场共有44人，其中研究人员15人，船员18人。山口县场共计25人，研究人员15人。香川县场共23人，研究人员14人。人员虽少但都是综合性的水产科研部门，一般都设有渔业资源、增殖和渔场环境等研究室，其工作效率是很高的；三是海水试验场一般都座落在偏僻清静的海滨，除设有临海实验室及室内外各种饲养水槽外，还有可供设置各种网箱及其它养殖设施的专用海面，和停泊调查船的码头及栈桥；四是随着科学技术的发展，老的场舍和设施已经不能满足科研工作的要求，绝大多数的水产试验场都相继更换了场址，新建了场舍，增添了先进的仪器装备。在157处县（府、都、道）立水产试验场中，除了49处是六十年代以来新建的外，有78处更换了场址，新建或改建了场舍。上述大分、山口和香川三个县立试验场分别为1969、1979和1970年重新改建的。1979年6月刚刚落成的山口县内海水产试验场是一个

具有先进仪器设施的比较现代化的研究基地。其建筑面积为3,100余平方米,其中1—50立方米的各种水槽面积为630余平方米,此外还有一个面积为16,844平方米的大型试验池。基建费用为8.4亿日元,具有比较完备的海水过滤、加温、降温和送气设施。其环境化学科的化学分析室具有多种自动测试仪器。环境生物科病理研究室有小型电子显微镜,还有大小不同的两艘调查船。香川县试验场的仪器设备也很齐全,也有一台电子显微镜,还有一艘19总吨的渔场环境调查船,一个遥测浮标站。该场1977年经费决算为1.46亿日元(合人民币112万元),每人每年调研费用为200万日元(合人民币1.54万元)。

增殖渔业资源是日本在进入200海里时代以后的一项新的渔业对策。1963年成立了濑户内海栽培渔业协会,在神户设立了栽培渔业中心,下设玉野(冈山县)、屋岛(香川县)、上浦(大分县)、伯方岛(爱媛县)、老布志(鹿儿岛)五个事业场,一个右满目(高知县)亲鱼养殖基地和一个百岛(广岛县)实验地。从事放流对象的人工育苗和放流工作,各单位的建设规模相似,一般占地1.5万平方米,附属专用海面5—10万平方米,设置各种网箱、水槽的数量和大小不等,一般为40—50个,最大水槽为2,500立方米。上述事业场建成以来,在濑户内海对鲷、鲷、鲆、鲽、褐菖鲉等14种鱼类和日本对虾、三疣梭子蟹、鲍鱼、乌贼等进行了人工育苗和放流,放流数量不等,从数千尾到数千万尾。其中只有真鲷、日本对虾、梭子蟹、褐菖鲉和鲽类至今每年都放,每年放流数量真鲷为5.5—450万尾;日本对虾为160—16000万尾;梭子蟹15—4000万尾;褐菖鲉2.4—235万尾;鲽类5—100万尾。国立栽培渔业中心除了上述在濑户内海暖水域的几个事业场外,正在兴建的岩手县宫古市事业场,以冷水域鲆鲽类为主要放流对象。今年8月1日正式把濑户内海栽培渔业协会改为全国性组织——日本栽培渔业协会,并正式决定在长崎县五岛玉之浦设立西海事业所,主要培育放流鲷鱼、鲛鱼、金乌贼等暖水大洋性洄游鱼类,这个事业场计划今秋兴工,1981年开始工作,占地1.5万平方米,中间培育用的海上网箱5—8万平方米,总事业费5.2亿日元。此外还决定在北海道厚岸再新设一处冷水域事业所。冷水性种类、种群数量大,但目前除鲑鳟鱼类外,其它种类的苗种生产和放流问题均未解决,这是日本今后几年的一个发展方向。

日本对濑户内海栽培渔业的投资额是很大的,单是内海栽培渔业中心的几个事业场,从1962年至1978年投资总额为34.3亿日元,其中各项设备费用为9.4亿日元,1972—1977年年平均费用为2.9亿日元。

除上述国立栽培渔业中心以外,近几年来各县也相继和正在建立栽培渔业中心,现在日本19个县(府)有20处栽培渔业中心已开始工作,据说沿海的39个县(府、都、道)都将设立。濑户内海沿岸有关的14个县(府)中已有6处栽培渔业中心。我们参观的山口县内海栽培渔业中心(1963年建立)是其中历史最久、放流品种最多、规模较大的一个。该中心占地10万余平方米,共23人(技术人员8人),分鱼类、藻类和养殖三个科,主要从事鱼、虾、贝、藻苗种的大量生产、分配、放流和对虾养殖。现在大量生产苗种的品种有日本对虾、红鳍东方鲀、香鱼和黄盖鲽。年产日本对虾苗种数千万尾,其它品种产量也可达百万尾以上。该中心有比较完善的苗种培育设施,计有鱼、虾、贝类育苗和幼虾培育池170余个,1万余平方米;对虾养殖池20个,4.3万平方米;藻类育苗池258个,1686平方米。香川县栽培渔业中心今年开始兴建,计划三年竣工,基建费预计8.5亿日元。各县的栽培渔业中心一般都和试验场设在一起,两者在增殖工作方面的差别在于试验场侧重搞研

究试验工作；中心则利用试验场的科研成果进行种苗生产、中间培育和人工放流，是搞中间试验和技术推广的。

从濑户内海沿岸的国立和县立的水产研究所、栽培渔业中心的研究试验项目和内容来看，虽然各有侧重，但大同小异、互有交错，甚至是重复的。各单位一般都搞过或还在搞日本对虾和真鲷的种苗生产和人工放流工作。大分县侧重于真鲷的声响驯化、中间培育鲍鱼的育苗、放流；山口县侧重于日本对虾的育苗、中间培育和人工放流，同时还搞真鲷和梭子蟹的苗种生产和放流；香川县除了放流真鲷和日本对虾以外，还搞河鲀的人工放流。国立栽培渔业中心的五个事业场1979年工作的大体分工为：屋岛重点搞鲷鱼的人工育苗，从1977年开始搞鲈鱼的人工孵化和育苗；玉野搞梭子蟹种苗生产和放流；志布志搞日本对虾育苗；伯方岛和上浦事业场搞真鲷；百岛实验地现有一个用废盐田建成的3万平方米的实验池，作生产力技术的研究试验，粗放地（不投饵）生产真鲷种苗（体长2—3厘米）100万尾。

二、日本渔业协同组合

我们这次赴日考察是由日本全国渔业协同组合联合会（简称全渔联）接待的，日方为了扩大其影响，特意安排我们参观考察了青森县平内町、大分县米水津村、京都府伊根町、香川县庵治町等四个渔业协同组合（简称渔协）。这是一种半官半民性质的组织，主要从事信贷、供销和生产（捕捞、养殖）事业，与我们考察的目的关系不大，故这里仅就所知的一些情况简介如下：

渔业协同组合是根据水产业协同组合法得到政府承认的一种由渔民、中小渔业者、水产加工业者组成的联合组织，是通过进行信贷、贩卖（销）、购买（供）、捕捞和养殖生产等事业直接为渔民服务的供产销合作社性质的组织。有业种组合和地区组合两种形式，其上级组织各有其联合会。

（一）地区渔业协同组合

由沿岸渔业者、中小渔业者以所居住的地区——市、町、村为单位组织成该市、町、村渔业协同组合，也有在同一市、町、村设立几个渔业协同组合的，在（都、道、府）县的范围设渔业协同联合会（简称渔联），信贷方面另设信用渔业协同组合联合会（简称信渔联），都以各市、町、村渔协为会员。大部分的（都、道、府）县内是一个渔联，也有在同一个渔区内设几个渔协的地区，作为这些渔协的联合机构的渔联称地区渔联，渔联承担供销和生产领导工作。信渔联专门从事信贷事业。渔协的上述事业分别与渔联和信渔联相联系。

在全国范围内有全国渔业协同组合联合会和农林中央金库。全渔联从事经济和生产领导工作，除上述地区渔联以外全部由（都、道、府）县渔联参加，信渔联也是全渔联的组成成员，但其在事业方面与农林中央金库有密切联系。

（二）业种渔业协同组合

从事鲑、金枪鱼渔业、围网、底拖网等渔业的中小渔业者分别组织业种渔协。这种组

合一般均超越市、町、村，多数是整个（府）县范围的。各业种渔协的全国性组织是联合会，如日本鲑、金枪鱼渔业协同组合联合会，全国珍珠养殖渔业协同组合联合会等。

日本各地的渔协有投资的和不投资的，投资渔协绝大多数是渔协运动的主流。全国共有2196个组合，组合员约60万人，基本上把全国的渔民组织了起来，每个组合平均280人左右，组合员中包括渔业经营者、渔业劳动者、水产加工业者，也有以渔业为副业的农民，组成比较复杂。渔协设有理事和工作人员。全国投资总额约600亿日元，每一组合为3,000万日元。投资不足100万日元的小组合仅占5%。

在日本渔协的权限中，有独特的渔业管理权，其中包括定置渔业权，划区渔业权和联合渔业权。这些渔业权几乎全部为渔协拥有。划定渔场位置、作业方法、渔期和归谁所有等，均由渔协内部的理事会和委员会来决定。沿岸渔场的资源保护和管理工作也由渔协承担。

渔协从事的事业95%是经济方面的，主要是信贷、采购和销售三大项。信贷事业采取“转存转借的方式”，每个渔协平均储蓄4.7亿日元，贷款3.2亿日元。采购事业中每个渔协经手的金额为9400万日元，其中燃料最多占39%，养殖器材次之占12%，日本渔协经办的销售事业总金额达11,466亿日元，占日本渔获量总产值的一半以上。几乎全国所有渔港的鱼市场（产地市场）都是由渔协经营的，这是日本渔协运动与经纪商斗争的历史成果。

青森县平内町渔协共有1,000条渔船，1,300户6,000人，海岸线长50公里，渔业产值占总产值的60—70%。1965年解决了虾夷扇贝半人工育苗以后扇贝产量大增，1974年产值达70亿日元，平均每个组合员年收入1,000万日元；伊根渔协组合员332人，共有储蓄10亿日元（1978年），贷款6.8亿日元，渔业（定置网、围网）年产值12亿日元，组合员每年工资和其它收入平均320万日元；米水津渔协，海岸线长32公里，利用海面约30平方公里，包括6个自然村，计890户3,100人，组合员421人，共有储蓄7.85亿日元（1978年），贷款4.4亿日元。主要从事刺网、对船拖网、小型底拖网和围网生产，共有渔船260只，年产值（1978年）4.5亿日元。养鱼业有9处，89万平方米的海面共养真鲷和鲈鱼84.86万尾，年产值9.5亿日元，组合员年工资240—300万日元。

三、濑户内海的渔场环境和渔业资源状况

（一）渔场环境

濑户内海位于本州、九州和四国之间，沿岸共有14个府县。海岸线长5,500公里，总面积约18,000平方公里，平均水深30米，最深为70米。最低水温3—4℃，最高水温27—28℃。有大小岛屿4,000余个。潮差2—3米，涨落潮时间各地不同。有三个水道与外海相通，受北上的黑潮暖流和南下的亲潮寒流的影响。由于沿岸河流淡水、生活污水入海，注入大量营养盐类，水质肥沃，基础生产力很高，平均每年浮游植物（基础）生产量（湿重）为2,000万吨。近年来，鱼类的渔获量为20—25万吨，相当于基础生产量的1%左右。其单位面积的渔业产量（捕捞和养殖业）是世界上最高的海区之一。日本海洋渔业每平方公里的年平均产量：200海里以内为1.66吨，沿岸渔业为5.41吨，濑户内海为22.2

吨。养殖业每平方公里的年平均产量：200海里以内为0.21吨，沿岸为2.3吨，濑户内海为16.7吨。

濑户内海沿岸，不仅具备作为渔业基地的许多优越条件，而且是发展工业的重要基地。为此，从六十年代初进入经济高速度发展时期以后，濑户内海沿岸相继建立了二十余个临海工业地带。作为水产生物再生产水域最重要的10米以内海域的面积被填埋了13%，海岸线减少了约45%。工业产值由1960年的5.5兆日元激增至1963年的25.9兆日元。由于工业、生活和农田污水的入海量逐年增加，逐渐变成了富营养化水域。随着营养盐类的增加，浮游植物的生产量大大增加，使水域的生态系发生了显著的变化。从化学需氧量（COD）的负载量变化可以看出濑户内海的富营养化情况。如图1所示，1963年以后是内海沿岸工业化发展的时期，1963年至1969年为前半期，1969年以后为后半期。但在1973年—1975年内海COD的负载量西部没有大的变动，东部在减少。而从整个水域来看，营养盐类的数量仍处于相当高的水平。

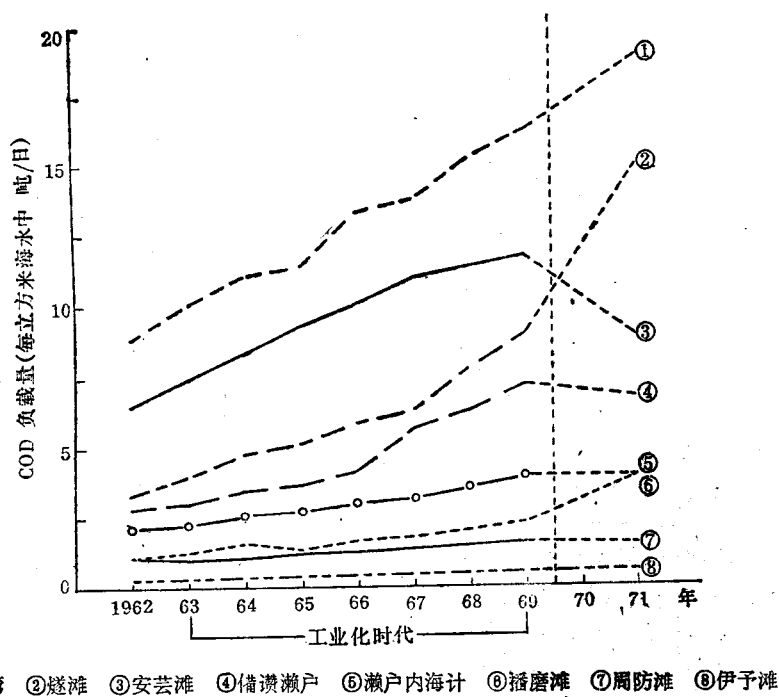


图1 历年各滩COD的负载量

透明度的大小反映水域的污浊程度，濑户内海由于各种污水的入海量和悬浮物含量的增加，以及浮游植物大量繁生，赤潮发生的次数增多，使海水的透明度逐年减小。如：1970年大阪湾的透明度比1955年（5米）减小1.5米；播磨滩比1955年（8米）减小2米；纪伊水道比1955年（10米）减小1米。

长期的水质污浊等引起了底质的恶化。即使在采取保护措施的水域，其恶化程度也很显著。在大阪湾北部、燧滩、周防滩西部等夏季高温期，底层水溶解氧很低，以致底栖生物大量死亡。

另一方面是残效性强的农药类，主要是用于昆虫类等节肢动物的DDT和六氯化苯

(B.H.C.)等杀虫剂的流入内海,往往对鱼、虾、贝类的残效性很强,特别对于甲壳类幼体等的毒化作用更大。

因建造工厂挖取大量海沙或挖出大量海底土砂,填海造地,破坏了这些浅海的海底,破坏了重要水产资源的繁殖场所。如:著名的三原濑户的砂洲曾是宽200—400米、长6—7公里的大砂洲(自水深30—40米的海底起、到水深约1米的浅水区),因挖取建筑用砂而破坏了鲷鱼渔场。

另外,随着内海工业的发展,进出临海工业地区的船舶激增。海上交通量的增加,不仅污染了水域,而且也妨碍渔船在渔场作业。最近,发展电力工业产生的温排水,开发海底油田等对渔业的影响也日渐增大。

濑户内海的水质严重污染所引起的赤潮,近年来发生的时间越来越长,分布的范围也越来越广,约占内海总面积四分之一的水域受到赤潮的影响,出现的次数也越来越多,严重地影响渔业生产的发展,据多年来的调查,濑户内海形成赤潮的种类约有90余种,其中主要的有30余种(表1),经常出现的有八种:绿色鞭毛藻类中的 *Chattonella subsalsa*, 海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*), 裸甲藻 (*Gymnodinium* sp.), 纺锤角藻 (*Ceratium fusus*), 浮动弯角藻 (*Eucampia zoodiacus*), 海链藻 (*Thalassiosira* sp.), 骨条藻 (*Skeletonema costatum*), 角毛藻 (*Chaetoceros* sp.)。对渔业危害最大的是 *Chattonella subsalsa*, 体内含有毒素,每年7—8月当每毫升海水中含100—200个细胞时,鲷鱼在2—3小时内就死亡。其他赤潮种类也能使鱼虾类死亡(表2)。

表2 赤潮造成的鱼类异常死亡

发生海域	日期	浮游生物		危害情况
		种类	细胞个数/毫升	
新南阳地前	1973年6月1—3日	<i>Prorocentrum olisthodiscus</i>	5,000	活鱼槽中的鲷、黑鲷死亡
厚狭近岸	1973年7月1—2日	<i>Olisthodiscus</i>	40,000	大折网中鲷、鲷、六线鱼死亡
岩国近岸	1973年7月10—13日	海产眼虫	90	活鱼槽中日本对虾、鲷死亡

濑户内海1976—1978年发生赤潮的次数,以1976年最多达309次。三年内按发生赤潮的种类区分,以夜光虫 (*Noctiluca miliaris*) 的次数最多为178次,骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 次之为151次。以绿色鞭毛藻类中的 *Chattonella subsalsa* 次数最少为29次,但是,这个种形成赤潮的次数却逐年增多,从1976年的2次,增至1978年的15次(表3)。

表3 1976—1978年濑户内海各种赤潮的次数

种 类	1976年	1977年	1978年	合 计
<i>Chattonella subsalsa</i>	2	12	15	29
<i>Noctiluca miliaris</i>	109	48	21	178
<i>Skeletonema costatum</i>	65	48	38	151
<i>Olisthodiscus</i>	53	43	35	131
<i>Gymnodinium</i>	41	20	38	99
<i>Prorocentrum</i>	22	32	16	70
<i>Ceratium</i>	17	10	13	40
合 计	309	213	176	698

表1 日本濑户内海形成赤潮的主要种类

门	种 类	个体大小(微米)	发 生 海 域
隐藻门	<i>Mesodinium rubrum</i>	34-45×23×30	太平洋沿岸的浅海水域
	<i>Cryptomonas acuta</i>	12-15×5-7×4-6	三河湾等
	<i>Chroomonas salina</i>	10-16×8-10×8-10	伊 势 湾
	<i>Rhodomonas ovalis</i>	5-15×4-7	濑户内海等
甲藻门	<i>Exuviaella marina</i>	35-45×22-25	内 湾
	<i>Prorocentrum triestinum</i>		濑户内海
	<i>Prorocentrum minimum</i> var. <i>mariae</i>	16-21×14-20×8-12	大阪湾等
	<i>Prorocentrum micans</i>	36-46×23-29×17-24	伊势湾口等
	<i>Entomosigma peridinoides</i>	12-18	广岛湾等
	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>	15-25×10-18	太平洋沿岸的内湾
	<i>Gymnodinium simplex</i>	10-20	内 湾
	<i>Gymnodinium nagasaki</i>		濑户内海
	<i>Gymnodinium</i> sp.		濑户内海
	<i>Gymnodinium nelsonii</i>	50-85×31-63×26-30	伊势湾、德山湾、大村湾等
	<i>Polykrikos schwartzii</i>	80	太平洋岸诸内湾
	<i>Noctiluca miliaris</i>	100-1000	沿岸各海域
	<i>Gyrodinium flavum</i>	30-40×17-22	广岛湾等
	<i>Gymnodinium breve</i>	20-40	佛罗里达半岛西海岸等
	<i>Peridinium trochoideum</i>	22-34×20-31×19-28	伊势湾、大阪湾等
	<i>Peridinium pentagonium</i>	70-80×85-100	广岛湾等
	<i>Goniaulax polygramma</i>	63-64×38-39	大村湾、濑户内海等
	<i>Ceratium furca</i>	192-246×29-46×20-22	各地的内湾
	<i>Ceratium fusus</i>		各地的内湾
	<i>Goniaulax triacantha</i>	45-50×30-33	濑户内海
	<i>Goniaulax</i> sp.	40-50×33-40	濑户内海
	<i>Chattonella subsalsa</i>	26-73×16-35×16-26	各地的内湾
	<i>Fibrocapsa japonica</i>	20-30×15-17×11-14	三河湾奥等
金藻门	<i>Coccolithus huxley</i>	9-14	挪威沿岸、伊势湾
	<i>Olisthodiscus</i> sp.	10-16×6-10×4-8	大村湾、濑户内海等
硅藻门	<i>Skeletonema costatum</i>	直径18-35	各地沿岸内海
	<i>Rhizosolenia delicata</i>	30-100×10-20	伊势湾、大阪湾等
	<i>Eucampia zodiacus</i>	宽20-100	东京湾、濑户内海等
	<i>Leptocylindrus danicus</i>		濑户内海等
	<i>Thalassiosira</i> sp.		濑户内海等
	<i>Cyclotella</i> sp.		濑户内海等
	<i>Chaetoceros</i> sp.		濑户内海等
绿藻门	<i>Dunaliella salina</i>	15-18	广岛湾等
眼虫藻门	<i>Euglena gracilis</i>	18-42×6-16	大阪湾等
	<i>Eutreptiella marina</i>	30-46×8-14	三河湾等
蓝藻门	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	宽7-15	黑潮近海域

为了避免*Chattonella subsalsa*的赤潮对渔业,特别是网箱养鲷鱼的危害,每年4—6月调查海水中该种生物的数量和发展趋势,并进行预报。如有可能形成赤潮,则将网箱养鲷鱼推迟到9月份再开始,其它鱼虾类的养殖也要相应推迟,免遭该种赤潮的危害。

这样一来,濑户内海的渔场环境受到不同程度的影响和破坏,不利于鱼虾类的繁殖和生长,直接影响到渔业生产的发展。

(二) 渔场环境的保护和改造

进入二百海里时代以来,日本对其周围水域,特别是渔场生产力高的沿岸水域重新引起重视。为了最大限度地利用沿岸水域的生产力,如何防止渔场环境的恶化,如何使已经恶化的渔场环境净化,已经成了重要的研究课题。

最近,按各项公害法进行了各种限制,并为解决渔业公害采取了一些措施和办法。

1. 加强渔场环境保护

(1) 为掌握聚氯联苯(PCB)、汞等对鱼虾贝类的污染状况,研究鱼虾贝类对汞蓄积的机制,在沿岸渔场定期进行监测调查,同时还进行沿岸水产资源开发区域的环境调查。

对于填海造地和大型发电厂的温排水对渔场的影响,并对其预测和事先估计的方法进行了更广泛的调查研究。

(2) 为了防止赤潮的危害,及时交流赤潮的情报和扩大赤潮预测调查海域。同时引进遥感技术,研究赤潮预报技术,并为减轻赤潮公害,在陆地上设置活鱼槽。

为研究净化富营养化渔场的技术,除了进行用粘土粒子改良有机质污泥底质的试验外,新增加用生物净化水质的试验和用耕翻海底等物理的方法、净化水质和底质的试验。

(3) 防止水质污染:环境厅根据“防止水质污染法”、“濑户内海环保措施法”,扩大限制对象,增加限制项目,并进行有关调查。对于濑户内海大水面的封闭性水域,实行总量限制。如1971年农药取缔法修正后,在农药中禁止使用DDT之类,而对于六氯化苯(B.H.C.)等限定了使用范围。

为了防止内湾海区富营养化和赤潮的发生,继续进行营养盐类吸收、排放状况调查,制订磷指标调查,并将使为防止濑户内海富营养化而减少营养盐类的措施制度化。

为了防止船舶排放废油、废弃物污染海洋,要研制性能良好的防油围障、石油回收船、油分警报器及船用污水处理设备。

为了弄清濑户内海海水交换和污染物质扩散机制,在进行现场调查水文模式实验的同时,研究处理堆积污泥的技术。

近年来,由于实行了各项公害法,部分水域的水质,虽已出现了改善的趋势,然而各项防止公害措施还不够完善。

1977年,由于水质污染等原因危害渔业的偶发的事件,仍然是相当多的。如:1977年4月爱媛县外海和10月高知县外海的油船流油事故,以及8—9月播磨滩发生赤潮带来的危害相当严重。

濑户内海水域的富营养化,引起海水的严重污染和大范围的赤潮,破坏了自然海区的良好环境条件,影响了渔业资源的增加和增、养殖事业的发展。

为了避免和防止赤潮对渔业的影响,水产厅南西海区水产研究所新设了赤潮研究部,

下设赤潮生物和赤潮预报等三个研究室。

赤潮生物研究室的主要研究任务：

- ①关于赤潮生物的生活史、生理学和生态学的研究，以及赤潮生物种间关系的研究。
- ②关于赤潮生物发生和生长机制的研究。
- ③关于赤潮的形成与水团移动关系的研究，以及赤潮生物运动的研究。

赤潮预报研究室的主要任务：

- ①关于赤潮的发生、发展、消失和环境条件关系的研究。
- ②关于作为预报赤潮发生指标诸现象的研究。
- ③关于危害渔业的机制和防止危害的研究。

赤潮对渔业生产的严重影响，引起了有关科研和生产部门的重视。多年来持续进行了关于赤潮发生等方面的调查研究。1975年4月—10月，由濑户内海附近12个府县参加，定点每隔半个月调查一次，对连续大规模发生赤潮的播磨滩进行了多次调查。

2. 沿岸渔场的改造

为了充分利用沿岸水域的水产资源和大力发展增、养殖事业，根据“沿岸渔场整顿建设开发法”制定出1976年—1982年开发沿岸渔场的计划，综合而有计划地进行鱼礁投放和建造增养殖场事业。1976—1982年间，计划改造沿岸渔场共695个地区，补助对象的总事业费2000亿日元。

沿岸渔场整顿建设事业内容：

(1) 投放鱼礁：

- | | | |
|---|---|-------------------|
| <ol style="list-style-type: none">①投放普通型鱼礁②投放大型鱼礁③建造人工礁渔场 | } | 投放、设置混凝土抛块等耐久性结构物 |
|---|---|-------------------|

(2) 建造增养殖场：

- ①建造仔、稚、幼鱼保育场：藻场、海滩等的建设。
- ②开发大规模增殖场，设置离岸堤、防波防沙坝、育成礁等。
- ③建造渔场、人工潮间带和浅海渔场开发事业：挖掘疏水道，开削水路，设置消波坝和扬排水装置。

(3) 沿岸渔场保护事业：

排除堆积物，耕翻海底，覆土和疏浚水路等。

现就人工潮间带、人工鱼礁的有关情况概述于后：

(1) 人工潮间带：日本对虾种苗人工放流到海中，一般是变态后20天的仔虾，体长10毫米，体重0.01克。由于个体太小、活动力弱，而大幅度减耗。主要是被鱼类吞食，其次是环境条件（理化因子）的影响。在放流场附近捕到体长30—75毫米的裸颈吻鰕虎鱼（*Rhinogobius gymnauchen* (Bleeker)）的食性分析结果表明，有35—80%的个体，平均吞食放流虾苗9—64尾，最多达112尾。体长10毫米左右的虾苗，绝大部分被集群的体长40毫米的裸颈吻鰕虎鱼捕食。如能有效地防止，则放流种苗能大部分成活、定居。

日本对虾体长达20—30毫米时，喜栖息潜伏在浅水沙底水域的沙内。近年来为了提高放流日本对虾的重捕率，将仔虾暂养于人工潮间带，使其较长期的定居，并提高日本对虾的成活率。人工潮间带的结构有以下几部分：

①放流用潮间带：以平均潮位到小潮平均潮位附近的区间为宜，其底质条件，特别是表层20厘米左右的沙粒（ D_{50} ）大于0.1毫米，泥分（小于0.074毫米）不超过5%，为保持滩面有少量积水（不超过5厘米），而在1/100—1/200坡度的滩面上设置挡水间隔坝。

②供水设备：是补充和维持海滩水位所必需的设备。供水方式有：倒沟横流型浇水式，地下涌出式，由管道小孔喷出式及喷水车式。

③外围设备（消波堤）：消波堤不仅能避免台风等异常波浪的冲击，而且要求堤坝的规模能使建成的海滩底质不被风浪冲掉。

为了创造一个良好的人工潮间带，首先用推土机推掉海滩上面的浮泥，除去敌害鱼类，用阻力板、高压水泵喷射器等造成许多水洼，这样就能提高放流种苗的定居密度。据试验：每平方米的定居尾数，在小潮平均高潮位最多，平均以100—200尾最适宜。为此，要详细调查海区的环境条件，鱼虾类特别是敌害鱼的种类、数量和分布，关键是选择一个没有或很少有敌害鱼以及环境条件适宜的潮间带，这样就可增加日本对虾的定居密度进而提高成活率。

据试验：在人工潮间带生活的仔虾成活率，最高达80%。大海湾放流日本对虾种苗的重捕率：直接放流时为1—2%，同时使用人工潮间带时提高到3—8%。在已具备放流条件的情况下，30毫米的日本对虾种苗对放流尾数的平均定居率：直接放流的为10%，围网式的为20%，大型种苗式的为30%，人工潮间带式的为33—49%，显示了人工潮间带良好的定居效果。

人工潮间带的最大好处是不太化费人工，即可使放流的虾苗较多地定居和成活，并在那里利用天然饵料肥育生长。仔虾长大之后，自然地离开潮间带，集聚到外海渔场，补充为渔业资源。从潮间带水域移动到外海的对虾，大部分是在半径10公里以内，水深不超过20米的范围内被捕获的。现以山口县的大海湾人工潮间带日本对虾种苗放流的生产效果检验为例，说明放后。

1974—1976年大海湾人工潮间带放流日本对虾种苗每年为240—640万尾，定居率为33.3—48.5%。两种网具（定置流刺网、小型底拖网）对放流日本对虾的重捕率合计为3.5—7.5%（表4）。

表4 大海湾人工潮间带日本对虾放流种苗的重捕率

放流年份		1974	1975		1976
放流时期		早期（7月）	早期（6—7月）	晚期（8—9月）	早期（5—7月）
放流尾数（千尾）		2,400	4,100	2,300	3,000
定居尾数（千尾）		800	1,920	750	1,455
定居率（%）		33.3	46.8	32.6	48.5
定置流网	时期	当年9—11月	当8—11年月	翌年5—7月	当年8—11月
	时间（天数）	70	100	50	100
	投产渔船数（只）	1,710	2,134	832	—
	总渔获尾数（千尾）	130	294	71	106
	总渔获量（公斤）	—	5,880	1,420	2,659
	重捕率（%）	5.8	7.2	3.1	3.5
小型底拖网	时期	—	当年9—11月	翌年5—8月	—
	时间（天数）	—	90	70	—
	投产渔船数（只）	—	1,800	1,285	—
	总渔获尾数（千尾）	—	49	70	—
	总渔获量（公斤）	—	1,830	2,220	—
	重捕率（%）	—	1.2	3.0	—
合计		139	343	141	106
重捕率（%）		5.8	8.4	6.1	3.5

1975年大海湾人工潮间带放流日本对虾的总收入为3,950万日元，除去总支出2,197万日元（包括：捕放流日本对虾的作业费、种苗费和潮间带经营、折旧及投资利息等费用，纯收益1,753万日元（表5）。生产效果较好。

表5 1975年大海湾人工潮间带日本对虾种苗放流经费收支表

收 入	3,950万日元		每尾对虾为6.17日元
支 出	2,197万日元		
	其中：作 业 费	615万日元	2,075日元×投产船2,966只
	种 苗 费	768	1.2日元×640万尾
	潮间带经营费	122	
	潮间带折旧费	223	
	潮间带投资利息	469	投资额×0.07
纯 益	1,753万日元		种苗每尾为2.74日元

（2）人工鱼礁：为使自然海区的鱼类和人工放流真鲷种苗有一个有利的栖息环境，使其长期定居，在水深15—30米底质为砂的海域，投放以混凝土、钢筋和聚乙烯为材料制成的圆筒形、方形、半圆形、梯形、多层式、聚乙烯混凝土等鱼礁。由于人工鱼礁显示了良好的集鱼效果，并能汇集经济价值较高的鱼类，使底拖网不能作业，保护了渔场和小型鱼类，促进了撒饵钓、延绳钓等渔业的发展，因此，早就引起了有关部门的重视。1954年以来，国家作为发展沿岸渔业的一项措施，在全国各地积极组织，大量投放人工鱼礁，并相继成立了许多专门设计、制造鱼礁的工厂。人工鱼礁由国家、府县和渔业协同组合联合投放。经费：大型鱼礁，国家承担60%，府县承担40%；中、小型鱼礁，国家承担50%，府县承担30%，渔业协同组合承担20%。近年来，濑户内海每年设置鱼礁的总投资额为40—60亿日元，平均每个府县投资额为3—5亿日元。多年来设置的鱼礁，集鱼效果显著，促进了竿钓、延绳钓渔业的发展。

早在1909年，濑户内海的山口县沿岸就有投放人工鱼礁的记录。1930年以前，投放了很多以木船、石块、木框、沙包等为材料的人工鱼礁。其后，还采用了陶管、混凝土部件等构成的鱼礁，其中废船鱼礁最多。

1954—1959年，仅山口县内海沿岸共投放混凝土箱形鱼礁（大小：1.2×1.2×1.4米，重1.5吨，中空，每个侧面各有个30×40厘米的窗）7997个，每个点投放80个鱼礁。

1974年以后，在德岛县外海建成了真鲷培养鱼礁（圆型砌块和浮鱼礁并用鱼礁），可使放流真鲷长时间定居。

香川县1971—1976年规划在沿岸投放普通型和大型人工鱼礁以及建造保育场，共投放各型鱼礁180件，事业费5.25亿日元，1971—1975年完成100件，2.94亿日元。1976—1982年计划投放111件，10.53亿日元；增殖渔场的改造和建设6件，7.67亿日元；环境保护措施8件，1.23亿日元。

据部分资料的初步统计，1976—1978年各县在沿岸渔场投放不同类型的鱼礁、鱼巢、保育场和人工潮间带等，每县每年的费用为2.5—9.9亿日元（表6）。

表 6 1976—1978年各县投放人工鱼礁统计表

单位：个、亿日元

年 份 数 量 县	1976		1977		1978	
	鱼 礁 数	金 额	鱼 礁 数	金 额	鱼 礁 数	金 额
冈 山 县	鱼巢 34件	4.0	鱼巢 30件	3.9		
山 口 县	40	4.0	300	4.0	鱼巢 190件	4.6
德 岛 县	187	4.0	3,326	4.0	378	6.0
大 分 县	220	2.5	236	7.0	344	3.5
爱 媛 县			617	7.2	280	9.9
广 岛 县			鱼巢 117件	6.0	保育礁52件 866	6.0

1978年8月24日，在宫崎县浦城湾，水深18米处，投放鱼礁（每个大小为 $2.29 \times 2.29 \times 2.26$ 米，重量7.234吨）21个。投放鱼礁后，为全长8—10厘米的放流真鲷，从河口向湾外游出时短期定居创造了有利条件。

濑户内海各府县投放人工鱼礁的历史悠久，取得了一定的效果，现就有关情况简述于后。

①鱼礁周围的集鱼状况：在水深25米以内，潜水观察沉设鱼礁附近集鱼状况发现：混凝土箱形鱼礁散乱且间隔远的，集鱼少，其中行动迅速的大型黑鲷和鲈鱼较多；放流真鲷经过一天后，就有32—36%的放流鱼附礁。用装有探鱼仪的撒饵船，对在培养鱼礁附近的放流真鲷撒饵试验时，发现在下垂的撒饵笼周围有浓密的放流真鲷群；鲷类等则在鱼礁的侧面和间隙中，呈静止状态集聚，有些种类在鱼礁的上侧及其附近集群很密；此外，废船鱼礁船体腐蚀，侧面有很多洞穴，船内堆集的岩石上集鱼也很多。鱼礁周围的鱼受到潜水员追逐时，几乎全部逃到鱼礁的背荫及间隙里，或沿鱼礁远去。以上情况，充分显示了鱼礁的集鱼效果。

②人工鱼礁的生产效果：为了解设置人工鱼礁的生产效果，濑户内海水产开发协议会，对山口县1954年度沉设的36处鱼礁的渔获状况进行了调查，1955—1957年的生产量发生了显著的变化：1957年度的生产量为1955年度生产量的1.36倍，可以看出人工鱼礁的增产效果。

据山口县设置人工鱼礁的秋穗沿岸撒饵钓生产量的调查，投放鱼礁后（1956年起），每只船年平均渔获量的增产幅度比以前要大，特别是产值的增加幅度比渔获量的增加更为明显。也可看出沉设人工鱼礁为沿岸撒饵钓渔业带来的生产效果。

为了进一步阐明秋穗沿岸各鱼礁群的生产效果，从1958年11月—1959年3月，分别统计了撒饵钓渔业在混凝土箱型鱼礁、投石等其它鱼礁、一般渔场（天然礁等其它钓场）作业的渔获量和产值。就平均渔获量而言，鱼礁为一般渔场的1.3倍，平均产值为1.42倍。

（三）渔业资源状况

濑户内海水域环境复杂，水产资源丰富，栖息的水族种类繁多。已知鱼类约有640种，甲壳类约60种，头足类（乌贼、章鱼）约20种，尚有贝类200种以上。有捕捞价值的经济动物约30种。其中：鱼类20多种，甲壳类5种，软体类5种。濑户内海是藻类养殖业的中

心，也是日本发展栽培渔业最早的海区。

近年来，濑户内海的渔业年产量为70—75万吨，其中：海洋捕捞渔获量为40万吨左右，海水养殖产量30万吨左右，以紫菜最多，贝类（主要是牡蛎）次之，再次是鲷鱼、真鲷和日本对虾等。海洋捕捞渔获量的大致变动情况：第二次世界大战前为15万吨左右，战后1955—1962年增至并稳定在25—27万吨。此后是内海沿岸实现工业高速度发展时期（1963—1969年），渔获量激增至近40万吨。然而，七十年代以来的渔获量年间变动不大，大致稳定在40万吨左右（图2）。

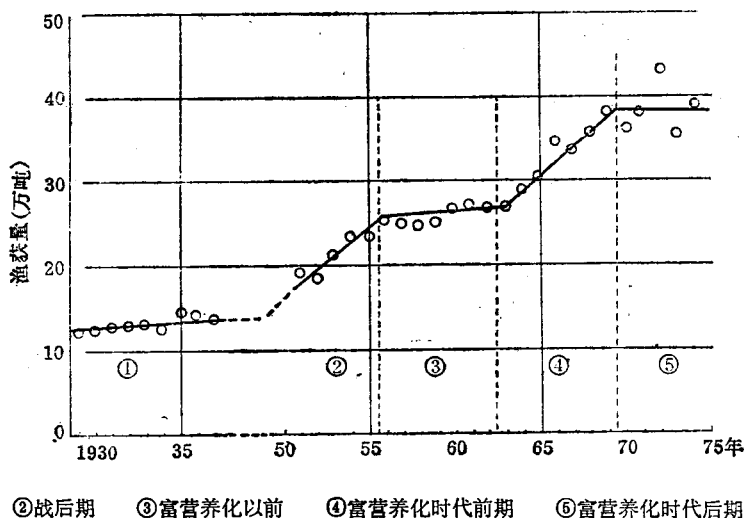


图2 濑户内海海洋捕捞渔获量的历年变化

濑户内海的渔获量，从战前的15万吨左右到近几年的40万吨左右是分阶段增加的，这种增加与内海渔业的渔场环境因素（主要是富营养化）的变化有关。根据渔获量的变化情况，可划分成三个时代：富营养化以前（1962年以前），水域的营养化负载物质流入量激增的富营养化时代前期（1963—1969年）以及富营养化时代后期。在富营养化时代前期中，其前半期和后半期的渔业产量也有明显的区别。

濑户内海有捕捞价值的经济动物种类，特别是优质的种类和数量较多。但是从1955年开始，由于受沿岸和河口填海设立工厂、农田排放农药及工业、生活污水大量入海等影响，改变了鱼虾类的繁殖栖息场所，尤其是对近岸产卵的优质鱼种，如：真鲷、鲷鱼和日本对虾等影响较大。另外，随着濑户内海沿岸工业化、都市化而人口增加，对于中、高级水产品的需要量增加，捕捞强度迅速增大，使资源状况尤其是优质水产品的资源日渐衰退，渔获物组成也相应地发生了变化（表7）。由表7可看出：优质鱼种的产量1955年是26,438吨，占总渔获量的11.3%，到1969和1974年分别下降到17,531吨和20,061吨，占该年总渔获量的4.7%和5.2%，其中：真鲷、鲷鱼、梭子蟹和日本对虾减产严重。另外，随着水域的富营养化，浮游生物大量繁生，以浮游生物为饵料的多获性低值鱼类的资源数量大大增加，渔获量由1955年的100,688吨（占总渔获量的42.9%）增至1974年的205,030吨（占总渔获量的52.6%），比1955年增产一倍。其中：玉筋鱼、沙丁鱼、鲱鱼等的增产幅度更大。多获性低值鱼类资源数量的迅速增加，有三个主要原因：