

文章编号: 1004-7271(2003)03-0219-08

上海地区水产养殖和长江口 与杭州湾水域环境的关系

臧维玲, 姚庆祯, 戴习林, 江敏, 彭自然, 马海娟, 崔莹

(上海水产大学渔业学院, 上海 200090)

摘要 据长江口、杭州湾渔业水域环境状况与我国水产养殖特点, 分析研究了水产养殖和水环境的相互关系。目前两水域已受到无机氮、有机物、活性磷、石油类、重金属等不同程度的污染, 并且这些物质的含量均已超过我国渔业水质标准或一类海水标准。而两水域具有重要的渔业经济价值, 其沿岸地域是上海市等地区海产品养殖基地。两水域的污染状况, 影响了该地区水产业的健康发展, 目前水产养殖所采用的高密度、高投饵率、高换水率的传统养殖法也是造成水域环境污染的因素之一。为此提出应及早研究和制定长江口与杭州湾环境容量基准和上海沿岸地区养殖容量基准、尽快完善有关法律与法规制定、强化执法与管理、提高沿岸排放废水处理的强度、建立水资源收费和排废配额制度等建议。

关键词 上海; 长江口; 杭州湾; 水产养殖; 水环境; 污染

中图分类号 S912 文献标识码: A

The relationship between the aquaculture in Shanghai area and water environment in the mouth of Yangtse River and Hangzhou Bay

ZANG Wei-ling, YAO Qing-zhen, DAI Xi-lin, JIANG Min, PENG Zi-ran, MA Hai-juan, CUI Ying
(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract The relation between the aquaculture in Shanghai area and water environment was studied according to the aquaculture character of China and the water environment conditions in the mouth of Yangtse River and Hangzhou Bay. At present the above waters were polluted in varying degrees by inorganic nitrogen, organic substances, activated phosphorus, petroleum and heavy metals. The contents of all these pollutants exceeded the standard of fisheries water quality or the first category of seawater quality standard of China. The above waters have important value of fisheries economy. The traditional culture method, in which high density and water exchange are used, is one of the main water-polluting factors. Therefore it was proposed that the water environment capacity and culture capacity in mouth of Yangtse River and Hangzhou Bay should be studied and relative standards should be made. The treatment of drained waste should be strengthened, while emission control regulations and charging rules should be established.

Key words Shanghai; mouth of Yangtse River; Hangzhou Bay; aquaculture; water environment; pollution

水是水栖生物赖以生存的环境, 水质优劣直接影响水生生物的生存繁衍, 而後者的生命活动又影响

水质状况,所以水生生物的生息与水环境之间相互依赖、相辅相成。水产养殖利用各类天然水饲养水生经济动植物向社会提供水产品。我国水产养殖业历史悠久,历来是水产养殖大国,既有海水养殖,又有淡水养殖;不仅开塘养殖,也利用海洋、湖泊等开展大面积增养殖。近十年来,我国水产品总量居世界各国之首,且是唯一的养殖产量超过捕捞量的国家^[1,2]。但目前我国水产养殖所采用的方式仍是以高密度、高投饵率、高换水率为主的传统方法。然而随着水环境污染的日益加剧,即使大量换水也难以保证生产的正常进行。反之,这种生产方式不仅严重污染环境,而且极大浪费水资源与能源。如何合理利用水资源以及进行可持续发展的养殖生产方式已成为当今重要而又紧迫的研究课题。我国政府对此十分重视,并采取了一定的措施。

1 我国渔业水域环境概况

1.1 1999-2000年和2001年我国渔业水域环境概况

从1999-2000年^[3]、2001年^[4]我国渔业生态环境状况公报及东海区海洋渔业环境监测分析^[5]可知,目前我国渔业水域环境总体状况良好,但部分水域已受污染,且局部污染较严重,渔业资源和渔业生产受到了影响和破坏,两年所发生的渔业污染事故分别高达2067起和1242起,直接经济损失分别达10.6亿元与3.5亿元。主要污染物为无机氮、有机物、活性磷、石油类、重金属等。

1.2 长江口与杭州湾渔业水域环境状况

1999-2000年与2001年长江口和杭州湾渔业水域主要水质指标平均值列于表^[3,4]。杭州湾为带鱼和梅童鱼等多种经济鱼类产卵场,长江口为鳗苗、蟹苗产地,也是中华绒螯蟹、白虾的产卵场、索饵场。但表1表明,杭州湾各年主要水化学指标全部超过渔业水质标准或一类海水标准,而且在2001年全国所监测的56个重要渔业水域中,其各水质指标均列于前3位,无机氮与活性磷分别为1.00与0.035mg/L,分别为一类海水标准的5倍与2.3倍,铜达0.046mg/L,为渔业水质标准的4.6倍。同样,长江口除石油类外,各指标也均超标,为标准的1.9~2.6倍,COD_{Mn}、铜、镉(底质)等也均位于56个水域的前3位。按富营养化指数E计算式^[6]:

$$E = \text{COD}(\text{mg/L}) \times \text{无机氮}(\text{mg/L}) \times \text{无机磷}(\text{mg/L}) \times 10^6 / 4500$$

利用表1中2001年有关值求得长江口与杭州湾的E值分别为14与26,当 $E \geq 1$ 即为富营养化,可见,长江口、杭州湾显示出较严重的富营养化污染特点。

表1 1999-2000年与2001年长江口与杭州湾渔业水域主要水化学指标平均值

Tab.1 The average contents of main chemical indexes in mouth of Yangtse River and Hangzhou Bay in 1999-2000 and in 2001

水域	无机氮		活性磷		石油类		COD		铜	
	1999-2000	2001	1999-2000	2001	1999-2000	2001	1999-2000	2001	1999-2000	2001
长江口	1.14	0.52	0.023	0.033	0.025	0.046	3.45	3.70	0.028	0.024
杭州湾	1.21	1.00	0.051	0.035	0.088	0.064	3.30	3.40	0.057	0.046
标准	0.20*		0.015*		0.05**		2.0*		0.01**	

* :一类海水标准; ** :渔业水质标准。

表2为2001年长江口与杭州湾底质^[4]和鱼体内铜、镉、锌含量^[5]的平均值。表2表明,两水域底质铜、镉均超过底质评价标准^[7],鱼体内的铜、锌均超过鱼类海岸带评价标准^[7]。可见,两水域的部分水产品已不符合健康卫生标准。

由此可见,目前两水域均遭受了营养盐、有机物、重金属等较严重的污染,故水域赤潮发生频繁,经济鱼类前颌间银鱼已绝迹,沿岸地区水产养殖较为艰难,如在培育对虾苗种时,为去除重金属干扰通常仅加5mg/L EDTA_{N₂},然而使用两水域的河口水培育对虾苗则需加10mg/L,甚至更多。

表 2 2001 年长江口与杭州湾底质与鱼体内重金属含量平均值

Tab.2 The average contents in the sediment and fish body in the mouth of Yangtse River and Hangzhou Bay in 2001

水域	底质(mg/kg)		鱼(g/kg)	
	Cu	Cd	Cu	Zn
长江口	32.0	0.78	24	42
杭州湾	34.1	1.00		
标准	30.0*	0.50*	20**	40**

* 底质评价标准; ** 鱼类海岸带评价标准。

1.3 2001 年杭州湾漕泾沿岸水化学简况

2001 年 1-12 月大小潮时杭州湾漕泾沿岸河口水化学指标平均值列于表 3^[8]。从表 3 可知, 漕泾沿岸水受到了营养盐、有机物较严重的污染, 无机氮、COD 分别高达 2.01 mg/L、6.89 mg/L, 远高于表 1 中杭州湾的相应值。此主要由于该地区属半日潮, 排入的污染物需一定时间才能随潮汐进入海洋, 故在一段时间内滞留于水域而使其值较高。

表 3 2001 年杭州湾漕泾地区沿岸河口水化学指标平均值

Tab.3 The average contents of main chemical indexes of coastal water along Caojing, Hangzhou Bay (mg/L)

pH	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	活性磷(× 10 ⁻³)	COD _{Mn}	BOD
7.99 ± 0.11	1.06 ± 0.21	0.01 ± 0.001	0.94 ± 0.19	2.04 ± 1.57	6.89 ± 1.76	2.56 ± 0.52

1.4 2002 年漕泾地区沿岸河口水细菌量等变化情况

表 4 为 2002 年 1-5 月每月大小潮时杭州湾漕泾沿岸河口水细菌总数、弧菌数、粪大肠杆菌数的测定结果^①。表 4 表明, 细菌总数逐月递增, 5 月两次测定值分别剧增为 1 月 18 日的 265 倍与 222 倍, 此与 5 月份水温升至 20℃ 以上、长江与钱塘江径流量加大带入有关。此也正是上海地区自 5 月份起养殖步入艰难的重要原因。表 4 中弧菌数较低, 此由于上海地区南美白对虾等养殖基本于 5 月中旬开始, 故 1-5 月沿岸水受养殖污染较轻。沿岸水中粪大肠杆菌总数平均值接近我国渔业水质标准的总大肠菌群量(5000 个/L), 及地表水 3 类标准(≤ 10000 个/mL), 可见此时水环境已遭受微生物等污染, 不利于水产养殖。

综上所述, 可知长江口和杭州湾水域已遭受营养盐、有机物与重金属较严重的污染, 且细菌等数量较高。鉴于两水域所具有的重要经济作用与特殊的地理位置, 因此及早采取措施修复长江口、杭州湾水域生态环境已刻不容缓。

表 4 2002 年 1-5 月杭州湾漕泾地区沿岸水细菌、弧菌与粪大肠杆菌量

Tab.4 The bacterium, vibrio and fecal coliform group contents of coastal water along Caojing, Hangzhou Bay

日 期	1.18	2.27	3.15	3.24	4.13	4.21	5.12	5.21	平均
弧菌数	1.0	<1	<1	1.5	<1	<1	<1	<1	
细菌总数(× 10 ³)	0.02	0.01	0.10	0.23	0.25	0.28	5.29	4.43	1.33
粪大肠杆菌数(× 10 ³)	7.3	4.5	5.4	1.0	16	7.3	3.9	3.5	6.1

2 上海地区渔业生产简况

表 5 为上海近年来水产品产量^[9]。表 6 为上海市各种类型水域养殖面积^[10]。自 1990 年以来, 我国

① 戴习林. 2002 年 1-5 月漕泾沿岸河口水细菌总数、弧菌数、粪大肠杆菌数的变化情况. 2002.

水产品产量始终位于世界各国之首。为保护海洋资源,自 1995 年全国实行伏季休渔制度以来,海捕量显著下降,养殖产量上升,并超过前者^[4],上海也是如此,这在世界上是史无前例的。上海市养殖规模逐年扩大,池塘养殖面积现达 $2.41 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。但从总体上看,各地并无相应加大力度根本改革养殖模式,因而有关水域仍遭受水产养殖的污染。

表 5 2000—2001 年上海市水产品产量

Tab.5 The fishery yield in Shanghai in 2000—2001

(t)

年份	总产量	海洋捕捞	海水养殖	淡水捕捞	淡水养殖	鱼苗(亿尾)	虾苗(亿尾)
2000	288682	120175	2112	5519	159004		
2001	297658	102269	2628	5583	184429	32.0	31.8
2002(计划)	305000	100000					

表 6 上海市水产养殖面积(2001 年)

Tab.6 The aquaculture area in Shanghai(2001)

养殖水域	池塘	河沟	湖泊	滩涂	合计
面积($\times 10^4 \text{hm}^2$)	2.41	0.91	0.89	0.19	4.40

3 水产养殖概况

3.1 养殖产量

我国的水产养殖历史悠久,目前水产养殖产量为 $25746.7 \times 10^3 \text{t}$,占水产品总量 60.2%,这是世界水产养殖业史上我国所独具的特点^[2]。

3.2 养殖方式

关于养殖方式的内涵目前尚无统一的看法。丁永良等^[11]、董双林等^[12]曾对此提出见解。就养殖水面积而论,可分为大水面增养殖与池塘养殖两大类,前者为利用湖泊、水库等开展围网、拦网等养殖,以及近年发展迅猛的河口、海湾、浅海等网箱、滩涂养殖。由于缺乏严密的发展计划,因此海区水质正受到较严重的污染。

若据饵料来源、养殖技术与水质调控能力和水平,养殖方式又可分为粗放式、半集约化与集约化 3 种。

目前集约化的养殖方式在我国尚未得以普及,开展集约化水产养殖的面积较少。其主要包括两种方式,一种是高密度、高投饵率、高换水率的开放式养殖,排放水中含有大量颗粒态与溶解态废物,对海区或河道造成一定污染;另一种是高密度、采用循环水的方式进行养殖,此方式是水产养殖业今后的发展方向,符合生产发展与环境保护相协调的可持续发展战略。

3.3 养殖品种

目前我国养殖品种极多,青、草、鲢、鳙,以及鳊鱼、鲤鱼、鲫鱼等为普遍养殖的淡水品种。此外,尚有特种品种:鲑鱼、斑点叉纹鲷、淡水鲈鱼、鳊鱼、鳙鱼、甲鱼、罗氏沼虾、青虾、中华绒螯蟹等;海水养殖品种也相当多:大黄鱼、真鲷、黑鲷、鲈鱼、石斑鱼、大菱鲆、牙鲆、锯缘青蟹、对虾等。

3.4 海水养殖发展迅猛

近年来,我国水产养殖的一大特点为海水养殖发展迅猛,网箱与室内外的规模化鱼虾养殖均取得很大成绩,特别是对虾产量 2000 年为 $21.79 \times 10^4 \text{t}$,2001 年增到 $30.4 \times 10^4 \text{t}$,但出现了无序无度的发展状态^[13]。今年上海地区南美白对虾的淡化养殖也发展迅速,但因缺乏技术指导与病害防治等因,养殖效果不甚理想。

3.5 水产养殖存在的主要问题

3.5.1 缺乏完善的法律法规与严格的执法管理

目前从事养殖的个人或集体往往不受任何约束、随心所欲开展生产的现象较为普遍,且有法不依。例如,布苗密度、换水量、药物施用等基本无人过问或甚少过问,若进行管理,很多问题也无法可依。目前在水产养殖方面,我国尚缺乏完善的法律法规与严格的执法管理制度。

3.5.2 水产养殖标准宣传与执行不力

二十年来,我国已制定 90 余项有关水产养殖的国家与行业标准,以及数百项地方标准^[14],但目前对标准的宣传与执行不力,广大渔民群众、养殖场等对标准几乎一无所知,仍不顾环境污染开展养殖生产。

3.5.3 高密度、高投饵率、高换水率的养殖方法

目前我国海水养殖主要采用高密度、高投饵率、高换水率的传统养殖法,不仅浪费水资源、造成自身养殖环境污染,而且最终污染周围环境。

3.5.4 滥用药物

虽然农业部已公告养殖禁用药物,但公告的实施将是相当艰难的。因养殖生产的独立性与随意性较强。当前养殖中使用药物种类与数量日益增多,大量使用抗菌素,更为严重的是滥用对人体有害的禁用药物,特别是一些生产者不讲科学,在生产中采用农药、或易在人体内积累的有害化学物质。如有人施用农药甲胺磷治疗淡水鱼的出血病。甲胺磷具严重的毒性,中毒后肢端感觉异常、无力、四肢运动障碍、肌萎缩及中枢与周围神经病变等,甚至有生殖和胚胎毒性,还可经皮肤、呼吸道、消化道吸收,引起恶心、呕吐、头昏、腹痛、多汗等^[15]。

3.5.5 缺乏严格宏观调控机制

目前水产养殖的开展,具有较大的盲目性与随意性。如今年无节制地开发了相当量的南美白对虾淡化养殖塘,为此向淡水塘内添加大量的盐或浓缩海水,养殖结束后咸水排入河道,如此下去,必然导致土壤盐碱化、板结化,使土壤受到很大破坏,淡水河道水质及周围生态环境也将受到影响,有关部门却难以合理调控。

综上所述,目前从事养殖生产人员缺乏环境保护与可持续发展观念,存在严重的经济唯一的观点,同时有关法律法规不健全,执法不严、不力。这种状况必将造成两种后果:水产品质量不合标准,水域生态环境遭受污染、破坏。

4 养殖生产对水环境的影响

4.1 引起水环境变化的因素

目前我国海水养殖所采用的方式不仅造成自身环境污染,而且使含有残饵、排泄物、化学药品的废水大量排入天然水域,造成河流、海洋等的污染。

4.1.1 残饵

养殖生产中需昼夜多次投饵,但饵料相当大的量作为残饵(溶解与不溶解)排入河道、海区。下面以实例粗略估算生产中残饵的产生情况。

如罗氏沼虾育苗中,24h 约需投蛋羹 12 次,蛋羹由蛋、痢特灵、淀粉、食母生、鱼粉等制成。若一个育苗场 4 个月培育 1 亿苗种,则约需近 10 万只蛋(约 6t ~ 9t)、痢特灵 20kg、鱼粉 400kg。4 个月中,这些蛋羹约 50% 以颗粒态与溶解态随排污与换水流入河道、海区的量约为:蛋近 5t、痢特灵约 10kg、鱼粉 200kg。上海郊区有数家具有上述育苗能力的育苗场。由此可见,每年杭州湾需接受蛋 20 多吨、鱼粉近 1t、痢特灵近 40kg。除此之外,市郊还进行对虾、鱼类的繁育和暂养,同样有相当量的残饵也排入杭州湾、长江口水域。

再如养虾生产中,若布苗密度 75 万尾/hm²,成活率为 60%,即收虾为 45 万尾/hm²,按平均 15g/尾

计,产量 6750 kg/hm²,饵料系数 1.9~2.0,即用去饵料 12825~13500 kg/hm²,这些饵料除去对虾生长、能量消耗等生理代谢所需外,剩余饵料中的相当部分以有机物、三态氮等形式流入周围环境。上海 2001 年对虾产量为 2628t^[9],按上述计算所需饵料为 4993.2~5256 t,可见每年排入杭州湾、长江口水域的残饵量是相当可观的。

Braaten 指出^[16],网箱饲养鲑鱼时,干湿饲料的 70% 转为残饵。Gowen 提出^[17],网箱饲养大马哈鱼饲料中碳、氮均以 76% 的颗粒态与溶解态排入水中。Wallin^[18]认为饲料中磷仅 15~30% 被鱼利用,16~26% 溶于水中,51~59% 以颗粒态存在。

由上述可知,水产养殖的残饵是造成养殖环境与天然水域有机物、氮、磷等污染的因素之一,即是造成水域富营养化的因素之一。

4.1.2 生物排泄物

据估算,每生产 300 kg 对虾约有排泄物 180 kg,分泌物 10~60 kg^[19]。上海市按上述虾产量,则每年排入杭州湾、长江口的废物达 1664~2100 t。Wenbeg 指出^[20],鲑鳟鱼饲料消化率为 74%,消化 100g 饲料约排粪 25~30g。吴庆龙报道^[21],网箱养殖区无机氮与氨氮主要来自分泌与排泄,分别较对照点高 219%、300%。可见,养殖生物的排泄物也是造成养殖环境与天然水域污染的因素。

4.1.3 药物

由于工农业生产与生活排污,使部分水域生态环境遭受污染、破坏,环境恶化的危害性势必反馈到养殖水体,因此近年来养殖生产病害肆虐,特别是养殖密集区的发病率明显增加,因此养殖生产中所用药物的种类和剂量日益增多。温志良报道^[22],网箱养殖常用药品有疫苗、激素、肌肉色、麻醉剂等,1990 年挪威水产养殖抗生素的用量大于农业。池塘养殖中需用相当量的漂白粉、三氯异氰尿酸等消毒剂及防治病害的抗菌素、重金属等药物。养殖所用药品不仅直接进入水中,也可通过粪便进入水中,或由未吃完饲料散落于水中。在水产业中药物的使用种类繁多、数量极大,对水产品与生态环境所产生的危害性可想而知。

4.2 养殖过程水环境水质演变情况

水产品养成和苗种培育均采用天然水,在养殖生产过程中,除了上述原因造成水环境的污染外,水中所发生的种种物理、化学、生物化学诸过程不断将残饵、代谢产物、药物等进行一系列转化,因此水质发生相应变化,特别是无机氮、磷及有机物均将显著增加,从而造成自身和周围水域生态环境的污染。

4.2.1 虾类育苗池水质变化状况

某场南美白对虾^②与罗氏沼虾^③育苗池水质变化情况均列于表 7。表 7 表明,在两种虾苗种培育周期内,虽然均更换过水,尤其是罗氏沼虾换水量达 5 倍之多,但水质指标仍发生剧烈变化,特别是两种池水 NO₂⁻-N 分别增加 315 倍与 97 倍, NH₃-N 与 COD 也分别增加 240% 与 84%、30% 与 92%。可见,苗种培育废水的排放,必然增加海区营养盐和有机物的含量。

表 7 南美白对虾与罗氏沼虾育苗周期内池水化学指标变化

Tab.7 The change of chemical indexes of pond water during breeding period of *Penaeus Vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii*

品种	日期	NH ₃ -N		NO ₂ ⁻ -N		COD _{Mn}	
		含量(mg/L)	增加倍数	含量(mg/L)	增加倍数	含量(mg/L)	增加倍数
南美白对虾	4月12日(起始)	0.40		0.01		17.2	
	4月29日(结束)	1.37	2.4	3.16	315	22.38	0.30
罗氏沼虾	5月8日(起始)	0.25		0.02		7.46	
	5月29日(结束)	0.46	0.84	1.96	97	14.30	0.92

②臧维玲.河口区南美白对虾育苗池水化学状况.2001.

③臧维玲.河口区罗氏沼虾育苗用水处理技术与模式.2001.

4.2.2 斑节对虾养成池水化学指标变化简况

表 8 为斑节对虾经 88 d 饲养后池水营养元素与 COD_{Mn} 的均值^[23]。虾池日均换水量为 3.3% ,88d 公顷换水量为 43560 t ,全养殖周期 ,每公顷虾塘分别向长江口与杭州湾排出无机氮 16.56 kg、活性磷 2.655kg 与 COD_{Mn} 761.4 kg。2001 年上海市养虾面积为 867hm²^[13] ,若按此粗略估算 ,上海市 2001 年向沿岸水域共排放无机氮 14.36 t、活性磷 2.30 t 与 COD_{Mn} 660 t。此外 ,江浙两省长江口、杭州湾沿岸设置的虾塘可谓星罗棋布 ,每年因养殖向水域排放的营养盐和有机物的数量可想而知。因此 ,水产养殖过程中因种种物理、化学、生物作用所产生的无机氮、活性磷、有机物等的排放也是造成天然水域污染的因素之一。同时也说明 ,为生产健康水产品和保护生态环境 ,水产养殖模式的改革已迫在眉睫。可见养殖容量的研究与应用也应引起必要重视 ,近年来国内外学者已开展了有关环境容量及其必要性的研究^[24-26] ,这些研究均指出 ,必须以环境容量为依据确定环境所能承受污染物的量。也有资料提出了养殖容量的定义^[11 25] ,显然 ,养殖容量应是在保护环境、节约资源条件下的最佳养殖量。而目前在大部分地区的养殖生产仅是以获得最大经济利益为唯一的准则 ,可以认为这是以牺牲环境和水资源为代价所换来的。

表 8 斑节对虾养成池营养元素与 COD_{Mn} 的平均值

Tab.8 The average contents of nutrient elements in culture pond of tiger prawn (mg/L)

$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2^- \text{-N}$	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	无机氮	$\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$	COD_{Mn}
0.28 ± 0.030	0.029 ± 0.022	0.075 ± 0.059	0.38	0.061 ± 0.003	17.48 ± 4.91

5 降低水产养殖污染 ,修复长江口和杭州湾生态环境的对策

5.1 综合规划、合理布局、加强宏观调控

上海市是国际性都市 ,应将所依之水长江口与杭州湾视作上海市前花园 ,以此为准则 ,按生态平衡要求进行建设。按港口建设区、污水处理与排放区、养殖生产区、生态修复区等不同功能区进行全面规划、合理布局 ,制定周密的长期与短期生态修复计划 ,加强宏观调控 ,采用生态法治理修复水域。决不可将沿岸仅作为排废与港口航运之用。

5.2 制定水产业地方法律法规 ,强化执法管理

各地应据自身地理与经济特点制定地方法规 ,并建立完善的执法监督体系 ,强化执法管理 ,控制水产养殖业的无序发展状态 ,使养殖业“循规蹈矩”走可持续发展之路。

5.3 研究与制定两水域的环境容量基准和养殖容量基准

及早制定两水域环境容量、养殖容量基准 ,并据此确定废水处理深度与排放量 ,确定养殖规模、用水和排废配额 ,逐步建立用水和排废收费制度与废水经处理方可排放制度。

5.4 优化养殖模式 ,向集约化生产发展 ,走可持续发展之路

要保护环境 ,也应为广大市民的水产品需求和广大渔民的生存着想 ,水产养殖模式的改革应尽早、尽快进行 ,作为国际大都市 ,原本人多地少 ,实施集约化养殖模式势在必行。对此有关部门应在经费上加大力度给以扶持。

参考文献 :

- [1] 中国水产编辑部. 中国渔业五十年[J]. 中国水产 ,1999 (9) 3-4 6.
- [2] 曲冠杰. 我国水产品产量连续 10 年居世界首位[Z]. <http://www.people.com.cn/GB/channel3/22/20001101/295701.html> 2003.3.4.
- [3] 农业部 国家环境保护总局. 中国渔业生态环境状况公报[R]. 1999-2000 2-11.
- [4] 农业部 国家环境保护总局. 中国渔业生态环境状况公报[R]. 2001 2-12 20.
- [5] 农业部东海区渔政渔港监督管理局. 东海区海洋渔业环境监测分析[M]. 2001 ,15-17.

- [6] 单志欣,郑振虎,刁邢红艳.渤海莱州湾营养化及其研究[J].海洋湖沼通报,2000(2):41-46.
- [7] 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组.全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程[M].北京:海洋出版社,1986. IX-94.
- [8] 蔡云龙,臧维玲,戴习林,等.杭州湾漕泾沿岸水化学状况[J].上海水产大学学报,2002,11(3):193-197.
- [9] 上海水产办公室.2001年上海市水产品产量统计[J].上海水产,2002(2):5-8,26.
- [10] 上海水产大学图书馆信息咨询与开发部.渔业与食品科技信息[Z]2000,第三十期:12.
- [11] 丁永良,苏建通.循环经济与'3R'准则'呼唤世界工业化养鱼[J].现代渔业信息,2000,15(6):3-7.
- [12] 董双林,李德尚,潘可厚.论海水养殖的养殖容量[J].青岛海洋大学学报,1998,28(2):253-257.
- [13] 王东石,高锦宇.中国对虾养殖业现状与可持续发展的途径[J].渔业现代化,2002(3):3-5.
- [14] 于秀娟,曾一本,郭薇,等.发展中的水产养殖标准化[J].中国水产,1999(9):39-41.
- [15] 胡景虎.甲胺磷毒性研究综述[J].职业医学,1997,24(1):45-46.
- [16] Braaten B. Pollution problem on Norwegian fish farms[J]. Aquaculture Ireland,1983(14):6-7.
- [17] Gowen R J, Bradbury N B. The ecological impact of salmon farming in coastal waters: a review[J]. Oceanogr Mar Biol Ann Rev, 1987, 25: 563-575.
- [18] Wallin M, Hakason L. Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farms[A]. Marine Aquaculture and Environment[C], Nordic Council of Ministers. Nord,1991(22):39-55.
- [19] 陈斌.保护海洋环境刻不容缓[J].现代渔业信息,2000,15(10):19-23,28.
- [20] Wenberg G G. Fisheries Research Board of Canada Translation Series 194[M]. Ottawa:Byelorussian State University, 1960.
- [21] 吴庆龙.大水面网箱精养对水环境的影响及其对策[J].水产学报,1995,19(4):343-349.
- [22] 温志良,温琰茂.海水养殖对环境的影响[J].南海研究与开发,2000(1):37-40.
- [23] 臧维玲,王为东,戴习林.河口区斑节对虾淡化养殖糖化学状况与水质管理模式[J].中国水产科学,2001,24(4):73-78.
- [24] 唐启升.关于容纳量及其研究[J].海洋水产研究,1996,17(2):1-5.
- [25] 胡维平.平原水网地区湖泊的水环境容量及允许负荷量[J].海洋湖沼通报,1992(1):37-44.
- [26] Carver C, Maller A. Estimating the carrying capacity of a coastal inlet for mussel culture[J]. Aquac,1990(88):39-53.

欢迎订阅 2004 年《水产科学》

《水产科学》杂志是由辽宁省水产学会主办的水产科技期刊,1982年创刊,国内外发行。是中文水产、渔业类核心期刊和全国农业系统优秀期刊之一,现已被俄罗斯《文摘杂志》、英国《动物学记录》、《国际农业与生物研究中心》、美国《剑桥科学文摘》等收录。是中国科学引文数据库、中国学术期刊综合评价数据库、《中国学术期刊(光盘版)》、中国期刊网和万方数字化期刊群全文收录期刊,是《中国水产文摘》来源期刊之一。杂志主要刊载水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产生物病害及防治、水产品保鲜与加工综合利用、渔船、渔业机械与仪器及水产基础科学等方面研究的新进展、新技术、新方法等。设有科学实验、实用技术、渔业管理、综述述评、问题探讨与建议、科普讲座、科技信息等栏目。读者对象为水产科技人员,大中专院校水产、生物、环保等专业师生,渔业行政事业和企业单位有关管理和技术人员,以及广大知识渔民。本刊为月刊,A₄开本,48页,每月25日出版,定价5.00元,全年60.00元。邮发代号8-164,订阅者请到邮局订阅,也可直接汇款到本刊编辑部订阅。地址:大连市沙河口区黑石礁街50号辽宁省海洋水产研究所《水产科学》编辑部,邮政编码:116023,电话:(0411)4679512;或通过银行汇款。开户行:工商银行大连星海支行,帐号:3400202309008900681