



海洋科技著作出版基金

海洋科技著作出版基金资助出版

辽东湾近岸养殖区环境研究

李宗品 孙克诚 等 著

海洋出版社

2004 年·北京

作者简介

李宗品，研究员，生于辽宁海城，毕业于吉林大学。曾任全国海洋环境监测网办公室副主任，中国海洋环境学会理事、副秘书长，辽宁省海洋学会理事、秘书长，国家海洋环境监测中心业务处处长，现为中国老教授协会海洋分会辽宁专家委员会副会长。为世界银行项目首席专家，多次承担国家和省、市科研课题，多次获得省、部级科技进步奖。主要著作有《养虾池水质》、《河口环境监测指南》和《辽宁海洋盐业》等。

作者简介

孙克诚，高级经济师，生于辽宁辽阳市，毕业于沈阳农学院，现为辽宁省农业开发世界银行贷款项目办公室主任，辽宁省建设投资公司农业处处长。多年从事农业经济研究，其中“辽宁省后备资源调查与评价”、“辽宁省农业规划研究”分别获得农业部优秀成果二、三等奖；“松辽平原农业开发项目可行性研究”等三项成果获得省科技进步二等奖。出版主要译著《全球废弃物调查》。

编 委 会

李宗品	孙克诚	徐学仁	刘铁铮
蒋岳文	刘作伟	王 毅	傅云娜
周遵春	傅宇众	臧 凡	武晓荣
王晓柏	王玉广	隋 军	李淑媛
王 丹	张天相	王德生	

前 言

本书是在辽东湾近岸养殖区环境监测课题研究的基础上编著的。该课题是世界银行贷款项目——松辽平原农业发展项目中的子项目。

松辽平原农业发展项目是当时我国世界银行贷款规模最大、内容最广的农业综合开发项目,合计贷款金额 1.9 亿美元,包括粮食、果树、畜牧、水产养殖、农产品加工等方面综合项目,涉及吉林、辽宁两省。辽宁省利用世界银行贷款 8 500 万美元,加上配套资金合计为 11.61 亿元人民币。辽宁省水产项目区在辽东湾沿海的大洼、盘山、凌海、兴城和绥中 5 个县市,总投资金额为 17 636.67 万元人民币。辽东湾养殖区海洋环境监测研究课题,为世界银行项目海域的选择确定、筹措运行和实施管理提供科学依据,为保证世界银行贷款海洋水产项目的正常进行提供环境报告,开展养殖环境风险回避研究,并对辽东湾近岸环境要素分布规律和变化趋势进行探讨,对赤潮监测进行研究。

养殖区监测技术方案的设计,吸收了美国、欧洲地中海、日本等国的监测经验,并多次与世界银行环境专家 Andreeq J. Kaelin, Daniel P. Finn 博士等进行探讨,并予以肯定。

课题的外业工作从 1995 年开始,分为背景调查监测和趋势控制监测两个阶段。1995~1996 年对辽东湾近岸的大洼、盘山、凌海、

兴城和绥中 5 个县市的近海进行背景调查,调查海岸线 555.6 km。监测时间为全年主要月份,合计 7 个航次。1996~1999 年转为趋势控制监测,调查时间为枯水期、丰水期和平水期。

监测介质为海水、海底沉积物和海洋生物,其监测的项目为:

1. 海水水质:海水盐度、温度、溶解氧、总有机碳、pH 值、石油类、无机磷、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、COD、浊度,以及重金属铜、铅、锌、镉、汞和有机氯农药等 18 项。

2. 海洋沉积物:铜、铅、锌、镉、汞、石油类、硫化物、农药、有机质等 9 项。

3. 生物监测:生物体内铜、铅、锌、镉、汞、农药及海水中叶绿素 a、浮游植物、硅藻、甲藻等 10 项。

监测海域从大洼县经盘山市、凌海市、兴城市到绥中县近海养殖区。污染物和海洋环境要素的现场测试和实验室分析严格按照国家标准 GB17378—1998《海洋监测规范》的要求进行,及时发布海洋环境质量航次报告和年度报告,研究辽东湾近岸养殖区海域的海洋环境质量状况和污染物的分布规律,探讨辽东湾近岸养殖区海域污染物和环境要素的变化规律和发展趋势,同时开展赤潮的监测研究。在项目的实施过程中,对监测站位进行了调整,增加了二界沟站调整了建业站。本项目提供的成果 10 项,中文 60 余万字,英文近 30 万字,获得了 2003 年度辽宁省科技进步二等奖。

本书吸收了背景调查和 5 年连续定点观测资料,对养殖区海洋环境要素的变化和发展趋势进行全面讨论,对营养盐、重金属、有机氯农药、石油、汞等污染物全年各月份的分布变化状况和 5 年各季节的变化状况,以及辽东湾各海域的污染物的分布状况进行了仔细研究。对该海域 5 年的变化趋势都进行了全面讨论。本书

是从事海洋开发、海洋管理的参考文献,也是大专院校师生和有关人员研究近海养殖区环境的极其珍贵的资料。

本项目进行过程中受到辽宁省财政厅、辽宁省海洋与渔业厅、盘锦市、锦州市、葫芦岛市世界银行项目办公室和大洼县政府、盘山县政府、凌海市政府、兴城市政府、绥中县政府以及有关单位部门的大力支持和帮助,谨此予以衷心的感谢!

参加课题工作的还有范志杰、马志强、尚龙生、马永安、张昕阳、鞠红岩、李红、贺广凯、孙玉红、陈则玲、张宪文、王年斌、吕建发等。

由于时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请专家读者予以指正。

作 者

于 2004 年 2 月

目 次

第 1 章 辽东湾项目区近海环境概况	(1)
1.1 自然环境概况	(1)
1.1.1 地质地貌	(1)
1.1.2 海水的一般性质	(3)
1.1.3 气象和水动力特征	(4)
1.2 海域生态环境状况	(4)
1.2.1 海水营养要素	(4)
1.2.2 海洋生物状况	(5)
1.3 社会经济状况	(7)
1.4 项目区资源状况	(9)
1.5 项目安排简况	(10)
1.6 污染源及污染物入海途径	(11)
1.6.1 污染源及入海途径	(11)
1.6.2 各类污染源	(12)
1.7 污染物入海量	(14)
1.8 辽东湾主要入海河流污染物变化趋势	(17)
第 2 章 辽东湾近岸海洋环境月际变化	(20)
2.1 营养盐监测状况	(20)
2.1.1 无机氮	(20)

2.1.2	无机磷	(22)
2.1.3	营养盐含量分析	(24)
2.1.4	各海域氮、磷原子比值的比较	(25)
2.2	重金属监测情况	(26)
2.2.1	铜	(26)
2.2.2	铅	(29)
2.2.3	锌	(32)
2.2.4	镉	(34)
2.2.5	汞	(36)
2.3	石油类	(40)
2.4	农药 666	(42)
2.5	盐度	(44)
2.6	pH 值	(46)
2.7	溶解氧	(47)
2.8	总有机碳	(48)
2.9	浊度	(50)
2.10	年度环境背景监测评价	(51)
2.10.1	评价标准	(51)
2.10.2	评价方法	(52)
2.10.3	评价模式	(52)
2.10.4	辽东湾近岸海域水质综合评价结果	(53)
2.11	辽东湾污染物月际分布规律	(55)
第 3 章	沉积物和生物环境质量状况	(61)
3.1	沉积物环境污染	(61)
3.2	沉积物中各单项指标分析	(63)
3.3	沉积物中各单项指标的评价	(66)
3.4	沉积物中重金属与其他海区的比较	(68)

5.6.3	夜光藻赤潮的预报	(171)
5.7	卵甲藻赤潮监测研究	(172)
5.7.1	卵甲藻的采集	(172)
5.7.2	卵甲藻的特征与贝毒的检测	(173)
5.7.3	卵甲藻与环境因子的关系	(175)
5.7.4	小结	(177)
5.8	有毒藻类的种类和分布	(178)
5.9	贝类贝毒的检测	(180)
5.10	对本项目的展望	(183)
第 6 章 主要污染物污染趋势		(185)
6.1	自然环境状况	(185)
6.1.1	大气状况	(185)
6.1.2	日照状况	(186)
6.1.3	辐射	(186)
6.1.4	平均水温	(186)
6.2	营养盐污染趋势	(187)
6.2.1	项目区海水中的营养盐偏高	(187)
6.2.2	无机氮含量及趋势	(189)
6.2.3	无机磷含量及趋势	(190)
6.3	石油类污染趋势	(192)
6.4	汞的污染趋势	(193)
6.5	重金属的污染趋势	(195)
6.5.1	重金属铜	(195)
6.5.2	重金属铅	(196)
6.5.3	重金属镉	(198)
6.5.4	重金属锌	(200)
6.6	农药 666 的污染趋势	(201)

6.7 重金属在生物体中的浓度和相关的标准	(202)
6.7.1 生物体中重金属的浓度	(202)
6.7.2 生物环境状况结论	(204)
6.7.3 与贝类有关的国家标准	(204)
第 7 章 未来趋势预测	(206)
7.1 项目区海域污染	(206)
7.2 赤潮与贝毒	(207)
7.2.1 赤潮	(207)
7.2.2 贝毒	(208)
7.3 项目区营养盐	(209)
7.4 汞的污染呈上升趋势	(210)
7.5 项目区重金属等污染	(211)
第 8 章 相关问题讨论	(212)
8.1 海水营养盐含量偏高	(212)
8.2 赤潮期间营养盐的变化	(216)
8.3 营养盐与叶绿素 a	(218)
8.4 项目区营养盐偏高分析	(218)
8.5 石油类污染特点	(220)
8.6 汞的污染值得注意	(221)
8.7 铜与铅的规律相似	(223)
8.8 镉超标时间和海域集中	(225)
8.9 锌的浓度 1999 年普遍偏高, 镉超标浓度集中于靠 近锦州湾站位	(226)
8.10 pH 值接近正常	(227)
8.11 溶解氧农药含量基本符合养殖水质标准	(228)
8.12 各年平均水温 1998 年最高, 1997 年最低	(229)

8.13 赤潮发生区环境要素的异常现象	(230)
8.14 赤潮和环境条件及污染的关系	(233)
8.14.1 赤潮与气象条件的关系	(233)
8.14.2 赤潮与海洋要素及污染的关系	(235)
8.15 赤潮与浊度的关系	(235)
参考文献	(238)

第 1 章 辽东湾项目区近海环境概况

1.1 自然环境概况

辽东湾近海养殖项目是世界银行贷款项目——松辽平原农业发展项目的内容之一。本项目包括对虾养殖、滩涂贝类管养、扇贝养殖、河蟹养殖放流、育苗室和冷冻加工厂的建设等,贷款项目安排在辽东湾西北部葫芦岛市、锦州市和盘锦市等沿海 5 个县(市)的近海。

辽东湾西北部近海养殖区位于渤海北部。西起绥中,向东北经兴城、凌海、盘山,直至大洼县。养殖区海岸线长达 555.6 km,约占全辽东湾的 40%,属于世界银行项目区岸线有 351 km;沿岸有滩涂 6.2 万 hm^2 及 10 m 等深线以浅的浅海 30 万 hm^2 。项目区域的北端海域系辽东湾的底部,是辽河水系入海口处。项目区海域有大凌河、小凌河、双台子河、辽河四大河流从遥远的高地流经这里入海,流域面积约 25 万 km^2 。这些河流是辽东湾淡水的主要来源,也是辽东湾污染物的主要来源。

1.1.1 地质地貌

辽东湾西北部地质地貌与大陆相似,西高东低,自西北向东南倾斜,高差很大。项目区西部陆域地质地貌属于新华夏系一级构造第三巨型隆起带和第二巨型隆起带斜坡带之上。绥中县和兴城市,自然地势特征是西北高,东南低,北部海拔 400 m 以上的低山

区向南急剧下降,经 50 km 即过渡为海拔 20 m 以下的渤海沿海平原,形成东西长 100 km、南北宽 15 km 的辽西走廊的狭长地带。该区滨海陆域 20 km 范围内,是剥蚀平原、冲积平原、冲海积平原及海积平原的地貌特征。

辽东湾西北部海岸地貌比较复杂,有砂质岸、基岩岸、冲积岸、淤积岸等类型。西部绥中、兴城一带海岸地貌特征分为:①丘陵台地基岩-砂砾岸,此为兴城市的主体海岸类型,长为 69.39 km;②堆积平原砂质岸,分布于芷锚湾以北的绥中全境,长为 76.91 km;③台地岬湾-泥沙平滩岸和河流填充与岛后堆积泥沙平滩岸,岸线长 94.37 km。

这一区域海底地貌特征为平滩,0~10 m 等深线有平坦、顺岸分布的水下浅滩,10 m 等深线以外属浅海堆积平原的一部分。

属锦州市的凌海市距海岸 1~5 km 陆域范围内地貌,可分为圆顶状剥蚀低丘、剥蚀平原、坡积扇裙和冲洪积平原 4 种类型。

凌海市的海岸地貌为:①丘陵台地基岩岸,约为 19.39 km;②堆积型砂质岸有 4.05 km;③平原型淤泥质岸为 78.24 km。海底地貌为大小凌河形成的水下三角洲堆积平原。海底地势平坦、单调,近岸底质多为泥质粉砂。

大洼县和盘山县属于华北地台东北部从“燕山运动”开始形成的新生代沉积盆地,经过漫长的历史年代冲积、洪积、海积和风积作用,不断地覆盖着第三系和第四系松散沉积物。地貌特征是北高南低,由北向南倾斜比降为万分之一,地面平均高度为海拔 4 m 左右,地面平坦,无山多水。海岸均为淤泥质海岸,每年都有新的陆地发育生成。海底地貌为辽河、双台子河等河流三角洲向海的延伸部分。海底地形比较复杂,分布有盖州滩、西滩、蛤蜊岗等十余处海上浅滩。

辽东湾西北部的潮间带底质结构自东向西由泥质、泥砂质过渡到砂质和岩礁,其中大洼县泥砂质占 55%,盘山县泥质占 80%,

这两县潮间带底质 95% 是由泥质和泥砂质构成,不存在岩礁底质;凌海市的潮间带底质仍以泥质和泥砂质为主,但砂质海滩占 20%,岩礁底质占 5%;兴城和绥中潮间带底质是以砂质为主含有泥砂质,尤其是绥中 75% 底质结构为砂质(表 1-1)。

表 1-1 项目区潮间带底质结构

区 域	底质结构(%)				
	泥 质	泥砂质	砂 质	岩 礁	其 他
大 洼	40	55	5	0	0
盘 山	80	15	5	0	0
凌 海	40	35	20	5	0
兴 城	10	30	50	10	0
绥 中	5	15	75	5	0

1.1.2 海水的一般性质

辽东湾北部海水的水文状况具有明显的大陆性和季节性的特征。冬季,表层水在 0℃ 左右,且各层水温分布均匀,等温线与等深线大体平行,由于陆海分布及海流的影响,水温从中部向周围递减,东高西低,沿岸区域出现短期结冰现象。夏季,各层水温显著升高,尤以沿岸水温和表层水温增高最快,表层水温一般在 24~25℃。春季为水温转换期,水温逐月升高,其分布形式向夏季的特征转变。秋季水温逐月降低,其分布特征向冬季特征转变。

该区域是我国领海中盐度较低的一个海区。黄海高盐水和沿岸低盐水这两个性质不同水系的消长运动构成盐度分布的主要特征。黄海暖流余脉将外海高盐水通过渤海海峡输入渤海,形成东西向的高盐水舌,其盐度状况主要取决于黄海高盐水的消长变化。北部则以大陆径流组成的沿岸低盐水为主,它在不同的季

节随径流的变化而变化,其盐度状况与辽河、双台子河水系有密切关系。

1.1.3 气象和水动力特征

项目区位于 $36^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$ 之间,属于北温带季风气候。年平均气温为 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$, 7~8 月的平均温度为 24°C , 无霜期为 150~200 d, 沿海封冰期为 60~90 d, 年降水量为 550~700 mm, 平均风速 $3\sim 5.5\text{ m/s}$, 年平均出现台风 15 d, 风速超过 18 m/s , 年均水温 10.6°C 。

项目区的水环境主要是由黄海暖流和渤海沿岸流两个系统组成,具有气旋式环流的性质,流速夏弱而冬强,平均流向全年比较稳定。潮汐多以半日潮为主,潮差较大,潮流感强。大洼县和盘山县海域是渤海潮差较大的海域,由盘锦向西南至芷锚湾潮差逐渐减小。此海域属季风气候区,据多年的观测资料统计,冬季,项目区多为西北风,频率在 20% 左右,平均风速 $6\sim 7\text{ m/s}$; 6~8 月多偏南风,频率也是 20% 左右,平均风速 $4\sim 5\text{ m/s}$ 。季风的特点决定了降水量多集中在每年的 7~8 月份。一年中 8 月份最多,1 月份最少。因受季风的影响,海浪多以风浪为主。渤海环流,尤其是沿岸流在很大程度上影响着海水中各种污染物的迁移和变化。全区近海浅水区在风浪的作用下,海水垂直交换迅速。因此,可使污染物上下混合均匀。

1.2 海域生态环境状况

1.2.1 海水营养要素

海洋中的铵态氮、硝酸氮、亚硝酸氮和磷酸盐的含量一般是衡量海域肥瘠程度的重要指标,是初级生产力的物质基础。铵盐、硝酸盐和亚硝酸盐中的氮称为无机氮,磷酸盐中磷称为无机磷,通常将铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐和磷酸盐称为营养盐。