

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

湖泊湿地海湾

中 国 生 态 系 统

定 位 观 测 与 研 究 数 据 集

湖泊湿地海湾生态系统卷

HUPO SHIDI HAIWAN SHENGTAI XITONG JUAN

山东胶州湾站

(1999—2006)

孙 松 孙晓霞 主编

 中国农业出版社

中国科学院南京地质古生物研究所南京地质古生物研究所 南京地质古生物研究所

中国科学院南京地质古生物研究所
南京地质古生物研究所

湖泊湿地海陆生态系统

中国科学院南京地质古生物研究所南京地质古生物研究所南京地质古生物研究所

南京地质古生物研究所

南京地质古生物研究所

南京地质古生物研究所

南京地质古生物研究所

丛书总主编：孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

中国生态系统定位观测与研究数据集

湖泊湿地海湾生态系统卷

山东胶州湾站

(1999—2006)

孙 松 孙晓霞 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国生态系统定位观测与研究数据集. 湖泊湿地海湾生态系统卷. 山东胶州湾站: 1999~2006 / 孙鸿烈等主编; 孙松, 孙晓霞分册主编. —北京: 中国农业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-109-14937-3

I. ①中… II. ①孙…②孙…③孙… III. ①生态系统—统计数据—中国②黄海—海湾—沼泽化地—生态系统—统计数据—1999~2006③黄海—海湾—海洋生态学—统计数据—1999~2006 IV. ①Q147②P942.182.507.8③Q178.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 166459 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

责任编辑 刘爱芳 李昕昱

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 14.75

字数: 412 千字

定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中国生态系统定位观测与研究数据集

丛书编委会

主 编 孙鸿烈 于贵瑞 欧阳竹 何洪林

编 委 (按照拼音顺序排列, 排名不分先后)

曹 敏	董 鸣	傅声雷	郭学兵	韩士杰
韩晓增	韩兴国	胡春胜	雷加强	李 彦
李新荣	李意德	刘国彬	刘文兆	马义兵
欧阳竹	秦伯强	桑卫国	宋长春	孙 波
孙 松	唐华俊	汪思龙	王 兵	王 堃
王传宽	王根绪	王和洲	王克林	王希华
王友绍	项文化	谢 平	谢小立	谢宗强
徐阿生	徐明岗	颜晓元	于 丹	张 偲
张佳宝	张秋良	张硕新	张宪洲	张旭东
张一平	赵 明	赵成义	赵文智	赵新全
赵学勇	周国逸	朱 波	朱金兆	

中国生态系统定位观测与研究数据集

湖泊湿地海湾生态系统卷·山东胶州湾站

编委会

主 编：孙 松 孙晓霞

副 主 编：赵永芳 李国民

成 员：（按姓氏笔画排列）

刘 群 杨 波 杨红生 李超伦

李新正 肖 天 吴玉霖 沈志良

张 芳 张永山 张光涛 张铭汉

周 毅 赵增霞 唐好彬

□ □

生态系统观测研究网络是一个数据密集型的野外科技平台，各野外台站在长期的科学研究中，积累了丰富的科学数据，这些数据是生态学研究的第一手原始科学数据和国家的宝贵财富。这些台站按照统一的观测指标、仪器和方法，对我国农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾等典型生态系统开展了长期监测，建立了标准和规范化的观测样地，获得了大量的生态系统水分、土壤、大气和生物观测数据。系统收集、整理、存储、共享和开发应用这些数据资源是我国进行资源和环境的保护利用、生态环境治理以及农、林、牧、渔业生产必不可少的基础工作。中国国家生态系统观测研究网络的建成对促进我国生态网络长期监测数据的共享工作将发挥极其重要的作用。为切实实现数据的共享，国家生态系统观测研究网络组织各野外台站开展了数据集的编辑出版工作，借以对我国长期积累的生态学数据进行一次系统的、科学的整理，使其更好地发挥这些数据资源的作用，进一步推动数据的

共享。

为完成《中国生态系统定位观测与研究数据集》丛书的编纂, CNERN 综合研究中心首先组织有关专家编制了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》, 各野外台站按照指南的要求, 系统地开展了数据整理与出版工作。该丛书包括农田生态系统、草地与荒漠生态系统、森林生态系统以及湖泊湿地海湾生态系统共 4 卷、51 册, 各册收集整理了各野外台站的元数据信息、观测样地信息与水分、土壤、大气和生物监测信息以及相关研究成果的数据。相信这一套丛书的出版将为我国生态系统的研究和相关生产活动提供重要的数据支撑。

孙鸿烈

2010 年 5 月

□ □

为了更好地推动《中国生态系统定位观测与研究数据集》的出版,“生态系统网络的联网观测研究及数据共享系统建设”项目组经过多次讨论,编写了《农田、森林、草地与荒漠、湖泊湿地海湾生态系统历史数据整理指南》。山东胶州湾海洋生态系统国家野外科学观测研究站(以下简称胶州湾站)依据编写指南,以搜集、整理和共享胶州湾站长期监测和研究数据为宗旨,对大量野外观测数据进行了统计汇编和精简编撰,进而整合而成本数据集,以期为跨台站和跨时间尺度的生态学研究提供数据支持。本书内容涵盖胶州湾站主要数据资源目录、观测场地和样地信息、近10年来承担中国生态系统研究网络(CERN)监测任务所获取的数据(水化学、水文物理、水生物、气象)和2000年以来台站研究数据等。

• 1 •

本数据集可供大专院校、科研院所从事海洋科学、生态科学以及相关领域研究的科技人员、管理人员及其他有关人员等参考和引用。引用本数据集中的数据需要标明出处。使用者必须在使用本数据集所形成的成果的显著位置注明数据产生者山东胶州湾生态系统国家野外科学观测研究站及 CERN 数据版权所有。如果您在数据使用过程中存在疑虑或尚需共享其他时间序列的数据,请直接联系胶州湾站,也可登录配套建设的“山东胶州湾站联网观测研究及数据共享网络服务系统”查询,网址为: www.jzw.cern.ac.cn。

最后,在本数据集汇编完成之际,我们要对多年来风雨无阻完成观测任务的观测人员表示由衷的谢意,正是他们的辛勤耕耘和无私奉献,为我们取得了大量的宝贵的第一手资料,奠定了本数据集的基础。

编 者

2010 年 10 月

【目 录】

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

序言 前言

第一章 引言	1
1.1 台站简介	1
1.2 地理位置	1
1.3 研究方向	1
1.4 研究成果	2
1.4.1 胶州湾浮游植物群落结构的长期变化	2
1.4.2 胶州湾浮游动物群落结构与功能研究	2
1.4.3 近百年来胶州湾沉积环境演变与人类活动影响的耦合记录	3
1.4.4 菲律宾蛤仔养殖对胶州湾生态系统的影响及生物修复原理研究	3
1.4.5 黄东海中华哲水蚤度夏机制研究	3
1.5 发展目标	3
第二章 数据资源目录	4
2.1 生物数据资源目录	4
2.2 水体理化数据资源目录	4
2.3 气象数据资源目录	5
第三章 观测场与采样地	16
3.1 概述	16
3.2 观测场介绍	19
3.2.1 观测场名称	19
3.2.2 气象观测场 (JZBQX)	28
第四章 长期监测数据	31
4.1 生物监测数据	31
4.1.1 生物名录	31
4.1.2 海湾微生物大面积调查	40
4.1.3 海湾浮游生物调查	51
4.1.4 海湾浮游植物叶绿素调查	56
4.1.5 海湾底栖生物调查	62

4.1.6 生物分析方法	66
4.2 沉积物监测数据	66
4.2.1 观测站 JZB01	66
4.2.2 观测站 JZB02	68
4.2.3 观测站 JZB03	69
4.2.4 观测站 JZB04	70
4.2.5 观测站 JZB05	71
4.2.6 观测站 JZB06	72
4.2.7 观测点 JZB07	73
4.2.8 观测站 JZB08	74
4.2.9 观测站 JZB09	75
4.2.10 观测站 JZB10	76
4.2.11 观测站 JZB11	77
4.2.12 观测站 JZB12	77
4.2.13 观测站 JZB13	78
4.2.14 观测站 JZB14	79
4.2.15 沉积物理化分析方法	79
4.3 水质监测数据	80
4.3.1 观测站 JZB01	80
4.3.2 观测站 JZB02	83
4.3.3 观测站 JZB03	86
4.3.4 观测站 JZB04	90
4.3.5 观测站 JZB05	94
4.3.6 观测站 JZB06	100
4.3.7 观测站 JZB07	103
4.3.8 观测站 JZB08	109
4.3.9 观测站 JZB09	113
4.3.10 观测站 JZB10	122
4.3.11 观测站 JZB11	128
4.3.12 观测站 JZB12	129
4.3.13 观测站 JZB13	132
4.3.14 观测站 JZB14	135
4.3.15 水质分析方法	136
4.4 气象监测数据	136
4.4.1 温度	137
4.4.2 湿度	139
4.4.3 气压	141
4.4.4 降水	143
4.4.5 风速	143
4.4.6 地表温度	145
4.4.7 辐射	148
第五章 台站研究数据集整理和编写	152
5.1 研究数据集目录	152
5.1.1 生物数据资源目录	152

5.1.2 水体理化数据资源目录	156
5.1.3 气象数据资源目录	160
5.2 专题研究数据	164
5.2.1 胶州湾初级生产力	164
5.2.2 胶州湾浮游植物群落结构	165
5.2.3 胶州湾叶绿素的浓度、分布特征及其周年变化	169
5.2.4 胶州湾水母类生态研究	171
5.2.5 胶州湾毛颚类生态学研究	176
5.2.6 小型桡足类种群动力学研究	188
5.2.7 胶州湾大型底栖动物次级生产力初探	202
5.2.8 胶州湾细菌研究	204
5.2.9 胶州湾沉积物地球化学特征	209
5.2.10 胶州湾养殖的研究	213
5.3 研究数据成果出版	216
5.3.1 出版发表的研究性论文	216
5.3.2 专利申请情况	222
致谢	223

引言

1.4 研究成果

综合胶州湾站 20 余年的研究成果,主要可分为三个阶段。第一阶段,海水养殖生态学研究,主要进行养殖生物生态学和人工增殖放流研究;第二阶段,海湾生态学调查和主要生态过程研究,包括海湾生态系统结构与功能、生物分布与环境污染、生产力研究等;第三阶段,海湾生态系统演变机制以及养殖生物与环境之间的关系研究,主要目的是解决海湾生态系统可持续发展的问题。列举部分研究成果如下:

1.4.1 胶州湾浮游植物群落结构的长期变化

依据 1991 年 5 月至 1995 年 11 月和 1997 年 2 月至 2004 年 11 月连续多年每季度月(2、5、8、11)在胶州湾 10 个站位采集的浮游植物样品,同时搜集自 1954 年以来约 50 年有关胶州湾环境因子及浮游植物的历史监测资料,分析研究环境因子长期变化及其对浮游植物群落结构的影响。结果表明,近 50 年来由于大规模人类活动给胶州湾环境带来很大影响,大量工农业生产废水和生活污水源源不断进入湾内,造成水域营养盐含量迅速增加,近三年来 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 比 1962 年分别提高 14.5 倍和 9.5 倍,沿岸带的开发导致胶州湾水域面积不断缩小,纳潮量下降,水域环境容量和自净能力减弱,水域环境趋向退化。环境因子的变化对胶州湾浮游植物群落结构造成明显的影响,近 50 年来,浮游植物数量呈增加趋势;优势种更替明显,原先一些优势种不再居优势地位,而比较喜肥的种类如中肋骨条藻数量显著增加,成为最重要的优势种;浮游植物多样性指数有所下降,表明胶州湾浮游植物群落处于演化之中;同时由于营养盐含量迅速增加,为赤潮的形成与发展提供丰富的物质基础,自 1997 年以来,赤潮几乎连年暴发,并有愈演愈烈的发展趋势,反映出胶州湾生态环境已呈现异常的征兆。

1.4.2 胶州湾浮游动物群落结构与功能研究

浮游动物作为海洋生态系统食物链的中间环节,在海洋生态系统中起到重要的调控作用,同时也是海洋生态系统动态变化的指标类群,浮游动物的种类组成与数量变化直接影响到海洋生态系统能流、物流的方向和效率。根据 2004 年胶州湾浮游动物种类组成研究结果,在胶州湾出现的浮游动物共 81 个种,春夏季的种类数多于秋冬季,湾北部的种类数少且年内波动大,湾南部、湾口和湾外种类数多且年内波动小。胶州湾浮游动物优势种为双刺纺锤水蚤(*Acartia bifilosa*)、小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、短角长腹剑水蚤(*O. brevicornis*)、近缘大眼剑水蚤(*Corycaeus affinis*)、异体住囊虫(*Oikopleura dioica*)、强壮箭虫(*Sagitta crassa*)、八斑芮氏水母(*Rathkea octopunctata*)和小介穗水母(*Podocoryne minima*)等。从个体大小上来看,体长 $<1\text{mm}$ 的浮游动物丰度最大。通过对新中国成立以来在胶州湾开展的浮游动物周年调查结果进行比较后发现,2004 年胶州湾水母类增加了 15 种,毛颚类增加 2 种,20 世纪 90 年代没有出现的磷虾类,2004 年出现 1 种;桡足类、枝角类分别比 90 年代少 1 种,糠虾类少 2 种。2004 年出现的拿卡箭虫(*Sagitta nagae* Alvarino)在过去的三次调查中均未记录。在 20 世纪 90 年代夏季为优势种的鸟喙尖头蚤、背针胸刺水蚤在 2004 年不是优势种,而 2004 年八斑芮氏水母为冬季的优势种,其占总丰度的百分比(23.0%)与中华哲水蚤(24.0%)相近。通过与其他海域浮游动物进行比较,发现胶州湾与渤海浮游动物的组成基本相似,双刺纺锤水蚤、小拟哲水蚤、拟长腹剑水蚤、近缘大眼剑水蚤、太平洋纺锤水蚤、中华哲水蚤在两个海域都属于优势种。黄海的优势种太平洋磷虾和墨氏胸刺水蚤在胶州湾内很少出现;而胶州湾的优势种双刺纺锤水蚤和太平洋纺锤水蚤在黄海的优势度并不大。

1.4.3 近百年来胶州湾沉积环境演变与人类活动影响的耦合记录

随着社会经济的快速发展,人类活动对于胶州湾生态环境的影响越来越明显。在 ^{210}Pb 定年的基础上,通过生源要素(C、N、P、生物Si)以及重金属(Cd, Cr, Pb, Cu, Ni, Co, Zn等)在胶州湾沉积物中的垂直变化特征,研究了近百年来胶州湾沉积环境演变与人类活动影响的耦合记录。结果表明,胶州湾近百年来其环境变化大致可以分为三个阶段,即1980年以前、1980—2000年和2000年至今,基本呈现未受污染期、污染发展期和治理好转期。这些变化除与自然因素有关外,更主要的是与人类活动作用的加强密切相关。

1.4.4 菲律宾蛤仔养殖对胶州湾生态系统的影响及生物修复原理研究

在海水养殖等人类活动对胶州湾生态系统的影响日趋严重的情况下,系统研究养殖生物对环境的影响及富营养化海域的生物修复原理就显得十分必要。胶州湾站选择生物现存量最大的埋栖性贝类菲律宾蛤仔为研究对象,现场研究了菲律宾蛤仔的生物沉积速率和对主要营养元素碳、氮、磷和生物硅的生物沉积速率及其季节性变化特征;现场测定了菲律宾蛤仔N、P排泄速率,对主要营养元素的滤食率、吸收速率等生理生态学参数及其季节性变化特征;初步揭示了菲律宾蛤仔在胶州湾生态系统物质循环中生态作用。选择胶州湾富营养化海域,开展了耐高温大型藻类—龙须菜的环境修复作用研究,研究结果表明:龙须菜能有效利用水体中氮、磷等营养元素,生长快、品质好,显示了广阔的应用前景。

1.4.5 黄东海中华哲水蚤度夏机制研究

中华哲水蚤是整个中国近海的浮游动物优势种,它在夏季种群密度显著降低,并明显集中在黄海冷水团区域。通过我们的研究,发现了该种独特的度夏机制。冷水团内部种群以CV期拟成体和成体为主,卵和无节幼体的密度较低,显示生殖活动比较弱。通过现场调查,得到了相同的结果:夏季的高温能导致雌体连续产卵能力下降、孵化率降低和胚胎畸形率升高,说明高温是中华哲水蚤8月以后平均密度的下降或者消失最主要的影响因子。物理环境调查揭示了黄海冷水团内外环境的差别不仅在于底层温度内低外高,而且冷水团内部垂直结构相对稳定,但外部上下混合比较强烈。上述研究结果表明,夏季的高温不利于中华哲水蚤种群的保持和补充,黄海冷水团的存在为中华哲水蚤提供了一个躲避高温伤害的场所,使得相当数量的个体存活下来。冷水团内稳定的垂直温度结构是实现安全度夏的必要条件,因为强烈的上下混合使中华哲水蚤不能选择它们适宜的水层,从而被迫进入高温的表层,这也是冷水团外部种群规模迅速减少的主要原因。

1.5 发展目标

胶州湾生态系统研究站定位于一个能够代表我国海湾生态系统监测与研究水平的长久性科学观测与研究基地;维持海洋生态系统持续、健康发展的先进技术示范和推广基地;优秀科学人才的培养基地;高度开放的国内、国际学术交流基地;和具有中国特色海洋生态系统研究科学成果的展示基地。我们力争使胶州湾站成为具有国际先进水平的海洋生态系统监测、研究、示范平台,为生态学研究、全球变化研究提供长期、系统的科学数据,使胶州湾成为我国近海生态系统研究的一个模式海湾,成为我国近海生态系统理论与方法研究的一个理想场所。

[illegible]

数据资源目录

为了便于了解观测站监测数据情况,本章以目录的形式列出台站多年获取的长期监测数据,目录的主要内容包括:数据集名称、数据集摘要、数据集时间范围。

2.1 生物数据资源目录

数据集名称：海湾微生物大面调查

数据集摘要: 本数据集记录胶州湾 14 个 CERN 长期联网观测站微生物逐月长期观测资料。记录项包括水样含菌数、泥样含菌数、菌体生产量、异养菌、蓝细菌、大肠菌群。2002—2004 为 2、5、8、11 季度月调查, 自 2005 年至今为月度调查

数据集时间范围：2002—2008 年

数据集名称：海湾浮游生物调查

数据集摘要: 本数据集记录胶州湾 14 个 CERN 联网观测站浮游生物逐月长期观测资料。记录项包括浮游植物生物量、浮游植物个体数、浮游植物优势种、浮游动物生物量、浮游动物个体数、浮游动物优势种、养殖生物种类、养殖生物生物量、养殖生物个体数。1997—2005 为 2、5、8、11 季度月调查, 自 2006 年至今为月度调查

数据集时间范围: 1997—2008 年

数据集名称：海湾底栖生物大面调查

数据集摘要: 本数据集记录胶州湾 14 个 CERN 联网观测站底栖生物季度月长期观测资料。记录项包括苔藓生物量、苔藓密度、海绵生物量、海绵密度、腔肠生物量、腔肠密度、缢虫生物量、缢虫密度、多毛生物量、多毛密度、软体生物量、软体密度、甲壳生物量、甲壳密度、棘皮生物量、棘皮密度、鱼类生物量、鱼类密度、其他生物量、其他密度、总生物量、总密度、平均生物量、平均密度、种数

数据集时间范围：2001—2008 年

数据集名称：海湾浮游植物初级生产力调查

数据集摘要: 本数据集记录胶州湾 14 个 CERN 联网观测站浮游植物叶绿素及初级生产力逐月长期观测资料。记录项包括浮游植物数量、溶解氧浓度、日产毛量、日呼吸量、日净生产量、叶绿素含量。1997—2005 为 2、5、8、11 季度月调查, 自 2006 年至今为月度调查

数据集时间范围：1998—2006 年

2.2 水体理化数据资源目录

数据集名称：海湾水物理调查