

# 中国海物种多样性研究进展

刘瑞玉

(中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071)

**摘要:** 中国海的生物多样性研究是中国科学院青岛海洋生物研究室1950年成立后开始大规模系统进行的。经过半个多世纪的努力, 迄今已有千余篇论文和约200部专著出版。主要专著《中国动物志》“无脊椎动物”已出版47卷, 其中27卷为海洋生物, 5年计划编写中17卷; 《中国动物志》“脊椎动物”鱼类11卷, 哺乳类1卷; 《中国海藻志》8卷, 待出版4卷, 编写中3卷。另外, 《海洋科学集刊》已出版的50卷中有22卷是海洋生物的专刊; 另有《西沙群岛生物考察专辑》6卷。其中有代表性的著作《中国海洋生物种类与分布》(黄宗国, 1994)集成国内外文献, 记载物种20,278种(内有化石种及异名应除去)。2008年出版的《中国海洋生物名录》(刘瑞玉主编)记录22,629现生种, 比1994年相同门类多5,118种, 仅次于澳大利亚和日本, 居世界第三位。主要进展是取得了中国海翔实可靠的物种鉴定、编目和分布数据。此外还参加了国际“物种2000”计划项目, 交出的“中国生物名录”比2008年名录显著增多。全部物种正进行“世界海洋物种登录”(WoRMS), 可供与世界不同海域和生境的种类多样性作比较研究。完成国家标准《海洋生物分类代码》(国家质量技术监督局1999发布)的修订, 纠正了种名和分类系统的错误, 增补了物种, 保证了作为国家标准的高水平, 待付印。完成全国濒危物种评估, 负责编写《中国物种红色名录》1、3、2卷海洋无脊椎动物部分; 结果发现濒危物种显著增多。1997–2000年“专属经济区大陆架环境资源调查”的结果进一步显示陆架海域生物多样性和主要资源衰退, 还提出了应采取的措施。中国参加了国际重大项目“海洋生物普查计划”, 进行了浮游动物普查, 提交了中国国家汇总报告——中国海生物多样性研究, 交*PLoS ONE*出版。全面加强了多样性和濒危种的保护, 全国已建立国家级海洋自然保护区33个, 特别保护区21个。论文在肯定中国海生物多样性研究进展和成绩的同时, 指出了存在的主要不足是调查采集和研究的生境主要在陆架浅海, 深海大洋特殊生境刚刚起步; 多样性调查缺少全国统一计划行动, 缺全面的多样性“背景值”资料。而监测、采集、研究不够; 评估、保护亟待加强。文终提出了几点涉及学科发展和多样性监测、评估、保护的关键性建议。

**关键词:** 进展, 海洋生物多样性, 研究与保护, 中国海

## Progress of marine biodiversity studies in China seas

Ruiyu Liu

*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong 266071*

**Abstract:** Efforts have been made by scientists studying on the taxonomy, biogeography and biodiversity in China seas since 1950, the establishment of Qingdao Marine Biological Laboratory, Chinese Academy of Sciences (CAS). Over 1,000 papers and 200 volumes of monographs have been published, of which more than 47 volumes are *Fauna Sinica ? Invertebrata* (27 volumes on marine biota), 11 volumes of *Fauna Sinica ? Vertebrata* are on fishes, and 8 volumes are *Flora Algarum Marinarum Sinicarum*. Results of studies on biodiversity in whole China seas were summarized in *Marine Species and Their Distributions in China's Seas* (1994) and *Checklist of Marine Biota of China Seas* (2008). In the latter volume, new taxonomic results up to 2007 were added, and a total of 22,629 marine species were recorded, with an increase of 5,118 species compared with those reported in 1994. So far, the biodiversity of China seas is high. The results of “Shelf Environment and Bio-resources Survey 1997–2000” and those of “Endangered Species Assessment

收稿日期: 2011-10-13; 接受日期: 2011-11-02

基金项目: 中国科学院对外合作重点项目(GJHZ200808)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2-yw-417)、(KSCX2-EW-Z-5)和中华人民共和国科学技术部科技基础性工作专项(2006FY110500-4)

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jyliu@qdio.ac.cn

Project” (2000–2004) published in *China Species Red List* vols.1, 3, 2A, 2B (2004, 2005 and 2009) revealed that under the impacts of global climate change and anthropogenic activities, the biodiversity and bio-resources have seriously declined, the number of endangered species increased, and some major populations collapsed. China joined the World Marine Biodiversity Project “Census of Marine Life” (CoML) in 2004. In the project “Census of Marine Zooplankton”, ecosystem dynamics and biodiversity characteristics had been investigated; and in a survey cruise from Arctic to Antarctic through Equator, 2000 zooplankton samples were taken by R/V “Science I” of Institute of Oceanology, CAS, and 260 DNA barcoding data have been obtained. For the CoML “NRIC: Synthesis Program”, the China Collection Report entitled “Status of marine biodiversity study in China seas” had been drafted and submitted to *PLoS ONE* for publication, the progress of China’s marine biodiversity and biogeography studies has been reviewed by the present author. To strengthen the conservation of biodiversity and endangered species, 33+21 National Marine Nature Reserves and 7 National Marine Parks have been established up to date. Problems in marine biodiversity study and conservation in China seas are discussed and the following suggestions are put forward: (1) To strengthen the collection of materials (specimens) for marine biodiversity study, a biodiversity background value survey and deep sea collection cruises should be carried out to discover new species and reveal the past, present, and to predict the future trends of major species and biological communities; (2) Carrying on biodiversity monitoring survey in various habitats around the country, to understand the processes and mechanisms of global climate change and human activities impacting biodiversity; (3) Strengthening basic research on change in marine biodiversity, particular the assessment and conservation of biodiversity and endangered species for sustainable development; (4) Minimizing the disparity between the study and conservation of marine and terrestrial (including freshwater) biodiversities, and effective management; and (5) Training young scientists, particularly taxonomists to study different biotic groups systematically.

**Key words:** progress, marine biodiversity, study and conservation, China seas

## 1 引言

海洋生物栖居、浸没于海水介质中, 其基本构造(细胞渗透压、氧气交换形式、骨骼支撑系统、用鳃呼吸、游泳活动)、生物学和生态学特点与曝露在空气中的陆生生物有着本质的区别, 影响其个体繁殖生长、栖息活动和种群生存发展的环境因子也与陆地完全不同。由于对海洋生物的观察、取样、实验和研究等较为困难, 专业人员少, 相对于陆生生物的调查研究起步较晚, 标本资料采集不足, 基本情况了解尚少且不够深入; 尤其是遭受胁迫和破坏程度尚未完全搞清, 保护工作还远远不够。这都严重影响了海洋生物多样性和资源的持续利用与有关学科发展。这种滞后状况亟待改变。

当前, 由于遭受人类活动与全球气候变化的严重影响, 全球生物多样性和生物资源正在衰退, 有的种(如重要经济种大黄鱼 *Larimichthys crocea*)资源已经衰竭。人们认识到生物多样性和资源的破坏将影响人类生存与发展以及国家经济建设和社会秩序, 因此, 1992年世界环境发展大会号召保护全球生物多样性。150多个国家(现增至193个缔约方)

政府首脑签署了《生物多样性公约》。中国作为主要签约国, 积极参与了有关研究和保护行动。

生物多样性是生命科学最基础的领域, 为了相关学科发展和生物资源持续开发利用, 首先要了解生物种类及其形态、构造、分布和数量及其生物学和生态学特点, 研究工作应该走在前面, 为有关的基础和应用研究以及多样性和资源保护、利用提供准确可靠的资料和科学依据。

中国海是西太平洋低、中纬度的边缘海。其中东海、南海由于受黑潮暖流、南海暖流、台湾暖流等影响, 海洋生物区系以热带、亚热带成分占优势, 属于印度–西太平洋暖水区系。但是, 北方的黄海水浅, 基本不超过100 m, 夏季30–35 m水深有温跃层出现, 其下底层保存了冬季的冷水(黄海冷水团), 底层水常年保持低温, 北部6–8°C, 南部8–10.5 °C, 整个海域保护和保存了较繁盛的北温带和寒带冷水性生物区系成分, 且占绝对优势。加之沿岸浅海暖水区系成分自东海侵入, 种类显著增多, 生物多样性较高。然而, 与其相邻的渤海, 平均水深只有18 m, 水温季节变化幅度极大, 少数广温种得以生存发展, 生物区系种类是黄海的简化, 多样性很

低。当前,在全球气候变暖和人类活动等多重压力的胁迫下,中国海海洋生物多样性和资源正在衰退。

## 2 中国海物种多样性研究进展

中国在20世纪50年代以前,只有少数科学家主要对鱼类、贝类、甲壳类(虾蟹)及其他经济或有害无脊椎动物及藻类进行过分类研究,零星而分散。对整个中国海系统全面的海洋生物分类和多样性研究是从1950年中科院(青岛)海洋生物研究室(今海洋研究所)成立后开始的。经过半个多世纪的发展,已扩大到全国范围多个研究单位和门类。迄今已基本了解了中国近海生物主要门类物种组成、分布、数量及其多样性特点。但是,由于基础薄弱,迄今主要是在近海陆架海域调查采集,深海、大洋只有在陆坡2,000 m水深以内少数观测站点有部分资料积累,目前刚刚展开系统的调查研究。在这一领域,台湾岛近海和香港地区有不少成果和资料积累,特别是台湾近海的深水动物,有不少新的发现(邵广昭等,2010)。

国际生物多样性计划中国国家委员会(CNC-DIVERSITAS)成立后积极推动中国生物多样性的研究(钱迎倩和马克平,1996),参加了“国际物种2000”计划,建立了数据库系统,积极参加并推动“中国生物名录(China Life Catalogue)”的编写,向国际组织提交生物种类数据;2004年参加了“国际海洋生物普查”(CoML)计划,取得了显著进展,促进了海洋生物多样性研究。但是,整个研究和保护明显落后于陆生生物和淡水生物的局面尚未根本改变。

本文报告了中国海洋生物多样性主要调查研究工作的进展和存在问题,提出了涉及学科发展和多样性监测、评估、保护的重要建议措施。

### 2.1 近海大规模系统调查、采集,取得了丰富的标本资料

1950–1960年,中科院成立了海洋研究机构——海洋生物研究室(所),大规模、系统地进行了全国沿岸自渤海–黄海–东海–南海种类和资源调查以及标本采集,取得了丰富的研究资料。

1957年,中国第一艘海洋综合调查船“金星号”下水,开始了渤、黄海综合海洋调查,取得了多学科海洋学资料与生物标本。

1958–1960年,大规模全国海洋综合调查和渔

业资源调查研究在全国近海全面展开,取得了中国自己的系统的资料和标本。

1959–1960年和1962年进行中越北部湾海洋综合调查(广州,海防);1963–1965年对2次调查在中科院海洋所(青岛)进行了资料整理、图集编绘和研究报告编写。

1980–1987年全国海岸带和海涂资源综合调查,

表1 中国海物种多样性  
Table 1 Species diversity in China seas

分类系统和类群 (Cavalier-Smith, 1994, 2008) Taxonomic system and group	种数 No. of species	可增种数 估计 Possible increase of species
原核生物域 Domain Prokaryota	264	300+62
细菌界 Kingdom Bacteria		
真核生物域 Domain Eukaryota	【22,365】	
色素界 Kingdom Chromista	【1,807】	
褐藻门 Phaeophyta	260	38
硅藻门 Diatomeae	1,485	125
真菌界 Kingdom Fungi	151	
植物界 Kingdom Plantae	【792】	
绿藻门 Chlorophyta	163	48
红藻门 Rhodophyta	569	38
被子植物门 Angiospermae	58	
原生动物界 Kingdom Protozoa	【2,897】	
双鞭毛门 Dinomastigota (Dinoflagellata)	302	
有孔虫门 Foraminifera	1495	0
放射虫门 Radiozoa	594	0
纤毛虫门 Ciliophora	503	~100
动物界(后生) Kingdom Animalia	【16,718】	
多孔动物门 Porifera	190	~20
刺胞动物门 Cnidaria	1,422	40–50
吸虫纲 Platyhelminthes (Trematoda)	535	0
软体动物门 Mollusca	3,914	~240
环节门多毛纲 Annelida (Polychaeta)	1,065	~15
节肢门甲壳动物亚门 Crustacea	4,320	~244
苔藓动物门 Bryozoa	568	~10
棘皮动物门 Echinodermata	588	56
尾索门被囊纲 Urochordata (Tunicata)	139	3
其他无脊椎动物 Other invertebrates (线虫门、半索门等)	449	Nematoda 54–60线虫
脊索动物门 Chordata	3,532	
头索亚门 Cephalochordata	4	
脊椎亚门鱼类 Vertebrata: Pisces	3,213	77
鸟纲 Aves	249	~10
哺乳纲 Mammalia	41	3
其他脊椎动物: 两爬 Other vertebrates	25	
中国海总计 Total	【22,629】	~1,500

【】高级阶元种数 Number of species in higher taxa

基本搞清了生物组成、分布、多样性概貌和资源状况。

1997–2000年中国海专属经济区大陆架环境和资源调查, 出版专著报告多卷。

半个世纪以来, 多项大规模调查采集取得了中国海(包括西沙、南沙群岛广阔海域)大量的资料和生物标本, 各生物标本馆和研究单位相继建立。其中最大的是中科院海洋生物标本馆(青岛), 收藏标本多达78万号, 对鱼类、藻类和多门无脊椎动物(软体动物、甲壳类、多毛类、苔藓动物、棘皮动物、刺胞动物等)及各类原生生物(有孔虫、放射虫、纤毛虫、硅藻等)展开了广泛的分类、区系和多样性研究。

## 2.2 大量海洋生物分类区系著作出版

经半个多世纪的研究, 中国海洋生物多样性研究人员发表论文近千篇(Liu, 2006), 专著二百余卷, 包括海洋生物分类、区系和多样性及生态、资源研究成果, 了解不同形态、构造、习性和数量、分布的鱼类、贝类、甲壳类、棘皮动物、刺胞动物、苔藓动物……等无脊椎动物和各种藻类, 出版了各类专著和专刊。主要有:

(1)《中国动物志—无脊椎动物》, 已出版47卷, 其中31卷为海洋和淡水类群(海洋27卷+淡水4卷); 编写中待刊17卷)。

(2)《中国动物志—脊椎动物》, 其中鱼类11卷; 哺乳类1卷;

(3)《中国海藻志》已出版8卷, 待刊4卷, 编写中3卷;

(4)《海洋科学集刊》已出版22卷+6卷(记述各类海洋动植物);

(5)《西沙群岛生物考察专集》——《海洋科学集刊》6卷+论文多篇;

(6)《南沙群岛海域综合调查报告专集》系列, 已出版多卷(15卷);

此外, 还包括其他生物分类、区系、多样性和生态资源著作多卷。其中, 整合国内外资料记录的代表性专著有两部:

(1)《中国海洋生物种类与分布》(中、英文版)(黄宗国, 1994), 首次整合了全国有关研究成果, 记录20,278种(包括化石种和同物异名1,400多种)(2008年再版, 总计记录22,561种)。

(2)《中国海洋生物名录》(中、英文版)(刘瑞玉,

2008), 编写人包括3位中国科学院院士和42位分类学及生物多样性专家。基本查清了中国海主要门类海洋生物的种类、区系和多样性概貌, 记录22,629种, 分隶46门(不计化石种和陆生植物等), 比1994年记录种数(黄宗国, 1994)增加5,118种(29.3%), 仅次于澳大利亚和日本, 居世界第三位。该《名录》全面整合了主要生物门类最新资料记录, 记载了每种的正确名称和国内外分布, 舍弃了不准确的记录, 订正了使用多年的重要经济种错误名称。

## 2.3 全面了解中国海物种多样性现状

经过半个多世纪的努力, 取得了整个中国海生物种类组成地理分布和数量的基本数据, 厘清了多样性的基本特点, 完成了物种编目的基础工作, 提供的资料成果为国际国内专家所肯定。特别是经过团队成员近期的努力, 估计实有物种总数可望再增多1,500种, 约达24,100种。其中, 甲壳动物居首位, 共4,320种; 软体动物居第2位, 计3,914种; 其次鱼类3,213种, 刺胞动物1,423种, 多毛类1,065, 有孔虫1,449种, 硅藻1,222种(表1)。

中国海已记录生物22,629种, 最近研究新进展估计中国海物种数还可增加1,500种, 总计约2万4千多种。其中, 印度—西太平洋暖水区系成分为主体, 也包含北太平洋温带冷水区系成分。黄海大型底栖动物和鱼类总共有1,606种。

### 2.3.1 发现和描述了大量新种

其中仅中国科学院海洋研究所的专家就发现和建立了1,597个新种, 保藏了全部模式标本, 共计有: (1)原生动物界: 有孔虫290新种; 放射虫90新种; (2)动物界: 扁形动物门鱼类吸虫191新种; 苔藓动物门239新种; 多毛类环节动物73新种; 软体动物门155新种; 甲壳动物330新种(其中钩虾类109新种); 棘皮动物门57新种。以上无脊椎动物共计1,322新种。此外还有鱼类20个新种, 藻类各门255个新种。

### 2.3.2 取得全国各海区物种丰富度数据

根据《中国海洋生物名录》记载的22,629种的分布记录, 作者计算了各海区的物种丰富度(即100 km 岸线的物种数)(表2)。可见中国海的物种丰富度自北向南递增, 而南海不同海域或地区则依调查采集次数(频度)而有差异。西沙群岛采集次数最多, 调查环礁岸线总长近10 km, 采到物种多达2,700多种, 如按100 km计算, 则丰富度应为2.7万种/100 km,

表2 中国海物种丰富度  
Table 2 Species richness in China seas

海区及代表生境 Region or habitat	物种丰富度 (种数/100 km海岸线) Species richness (species./100 km coastline)
中国海平均 Average of the whole China seas	123
渤海、黄海 Bohai Sea & Yellow Sea	60
东海 East China Sea	149
南海 South China Sea	247
海南岛 Hainan Island	268
西沙群岛 Xisha Islands	2,700 species/ 10 km coastline
南沙群岛 Nansha Islands	4,642 【6,500 species/ 140 km coastline】

数据过高;南沙群岛调查采集岸线总共近150 km, 总共记录6,500种, 平均丰富度应为4,333/100 km。可见所得数据有显著误差, 仅能作参考。总之, 为了提高数据的代表性, 研究人员应该尽量多做调查采集工作。

### 2.3.3 中国专属经济区大陆架环境资源状况(1997–2000)

中国水产科学研究院取得了大陆架环境资源的新数据, 出版专著多部(郑元甲, 2003; 贾小平等, 2004; 金显仕等, 2005; 唐启升, 2006)。结果表明有些主要种如大黄鱼、中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)和无针乌贼(*Sepiella japonicus*)等, 资源已严重衰退, 甚至枯竭, 尤其是过去很重要而产量巨大的经济种都被评估为濒危种(汪松和解焱, 2004, 2005, 2009)。

### 2.3.4 中国海近岸生态监控区生态状况

自2004年起, 国家海洋局在全国18个生态监护区展开环境生态监测, 连续出版生态状况报告, 了解海域生态系统结构和环境遭受的胁迫和发生的变化(国家海洋局, 2004–2010)。

## 2.4 建立了多门类的分类学研究团队

建立了老中青结合的海洋生物分类学和多样性研究专业团队, 全国总数约140人, 专业包括海洋生物原核、真核生物各界多门, 有哺乳类、鱼类、甲壳类、软体动物(贝类)、多毛类、苔藓动物、棘皮动物、刺胞动物、其他无脊椎动物、原生生物各门、藻类(大型、微型各门)、真菌、细菌(包括蓝细菌和古菌)等主要生物类群。

## 2.5 国际和国内重大项目生物多样性和濒危种研究

以中国科学院海洋研究所为主的海洋生物多样性研究团队主要进行了以下各项重要工作:

(1) 国际多样性计划“物种2000”(DIVERSITAS)的“中国生物名录”项目。提出中国海无脊椎动物和藻类种名录资料数据, 物种数比2008年名录(刘瑞玉, 2008)有所增多, 同物异名也增多了。

(2) 完成《国家标准海洋生物分类代码》的修订(国家质量技术监督局, 1999)。负责修订了22,629物种名称, 改正了分类系统错误和生物各分类群单元名称的错误, 增补了同物异名, 删除了不存在于中国海的物种, 落实了种数, 保证了作为国家标准的国际水平(与“海洋信息中心”合作), 已交付出版。

(3) 完成全国生物濒危物种评估, 提供多样性保护的可靠依据。在中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组的组织下完成全国濒危物种评估项目的《中国物种红色名录》卷1—红色名录; 卷3—无脊椎动物(2004, 2005)。负责评估了海洋无脊椎动物重要类群刺胞动物、软体动物、甲壳动物和棘皮动物、头索动物主要经济种的濒危等级, 采用世界自然保护联盟(IUCN)2001年评估新标准。评估结果表明濒危物种明显增多。评估报告描述了每一物种生境的理化特点、遭受胁迫程度、种群数量密度和所占栖息地面积, 并提出了保护措施。每个种都有形态图和地理分布图。评估结果表明, 在诸多致危因素中, 主要是环境恶化和生境丧失导致物种濒危(表3)。最令人担忧的是, 高值经济种(如海参和龙虾)以及具观赏价值的物种等, 遭受胁迫最为严重。多种经济鱼类被评为濒危, 其中大黄鱼最为严重。评估结果表明, 不少种现有资料数据积累不足, 需要作新的调查分析。

(4) 自最后一次冰盛期以后气候变暖、海平面升高、黄海形成、广温暖水种入侵区系形成, 冷水区系扩布到东、黄海和南海北部陆架, 以后随水温升高而逐渐萎缩。黄海冷水动物区系是低中纬度中国海特有的优势自然资源。最新研究显示, 黄海的1,606种大型动物中有660个冷水种, 占41.1%。主要冷水种数和种群密度随水温的升高(近50年升高0.5°C)正在减少, 黄海冷水团成为冷水区系成员的避难所, 但冷水性种群数和种数在衰退之中。黄海著名的冷水鱼、年产量曾达17万吨的太平洋鲱

表3 中国海生物濒危物种评估结果

Table 3 Endangered species assessment in China seas

分类类群 Taxonomic group	中国海物种数(评估物种数) Species richness (Evaluated)	濒危 Endangered (EN)	易危 Vulnerable (VU)
刺胞动物门 Cnidaria			
珊瑚虫纲石珊瑚目 Scleractinia	260(260)	26	234
软体动物门 Mollusca			
腹足纲 Gastropoda	2,935(375)	17	
双壳纲 Bivalvia	1,187 (19)	11	0
甲壳亚门 Crustacea			
软甲纲十足目 Decapoda	2,352(282)	58*	28
螯肢动物亚门 Cheliceriformes			
剑尾目鲎科 Tachypleidae (Xiphosura)	2(2)	1	
棘皮动物 Echinodermata			
海参纲 Holotyuroidea	150(57)	54	2
海胆纲 Echinoidea	102(8)	8	
海星纲 Asteroidea	150(5)	5	

\*包括经济种中国明对虾和中国龙虾 Including the economic species *Fenneropenaeus chinensis* and *Panulirus stimpsoni*

表4 黄海动物区系和生态型

Table 4 Fauna and ecotype of marine species in Yellow Sea

动物区系 Fauna	无脊椎动物 Invertebrate	鱼类 Fish	合计 Total
冷水种 Cold water species			
北温带北极种 North-hemisphere temperate species	33	2	35
北温带两洋种 Amphi-boreal species	37	2	39
北太平洋温带种 North Pacific temperate species	41	9	50
北太平洋两岸种 Amphi-Pacific temperate species	59	5	64
西北太平洋温带种(俄、日、中、黄海) Northwest Pacific temperate species (Russia-Japan-N. China (Yellow Sea))	100	29	129
黄海—日本暖温带种 Yellow Sea-Japan warm-temperate species	158	74	232
黄海地方特有种 Species endemic to Yellow Sea	102	8	110
暖水种 Warm water species			
中国海(渤、黄、东、南海)暖水种 China seas warm water species (Bohai Sea, Yellow Sea, East China Sea, and South China Sea)	92	10	102
中国—日本 Sino-Japan warm water species	194	55	249
西太平洋种 West Pacific warm water species	187	37	224
印度西太平洋 Indo-West-Pacific warm water species	164	85	249
三大洋广布 Cosmopolitan species	52	0	52
其他 Others	67	5	72
总计 Total	1,285	321	1,606
冷水种总计 Total cold water species	531	129	660
冷水种比例 Percentage of cold water species (%)	41.3	40.2	41.1

(*Clupea pallasii*)和年产3-5万吨的太平洋鳕(*Gadus japonicus*)资源已经严重衰退,且前者种群已与北太平洋主群隔离;但是冷水性底栖生物群落浅水萨氏真蛇尾(*Ophiura sarsii vadicola*)-薄索足蛤(*Thyasira tokunagai*)群落的主导种数量仍然保持绝对优势。因此黄海鱼类区系性质仍应属于北太平洋

温带区系,而不能归属于印度-西太平洋暖水区系(表4)。黄海与日本海东部本州海域共有的冷水种数显著多于其他海域,其区系属暖温带性质;而黄海与日本海西部俄罗斯远东海域共有的冷水种数显著较少,后者种类组成表明其区系属于冷温带性质。

(5)西北太平洋生物多样性比较研究。中、俄两国科学院合作项目“黄海与日本海西部生物多样性比较研究”发现,两国海域(黄海和俄罗斯西日本海)北太平洋温带生物区系都曾占优势,有的生物类群如双壳纲软体动物,冷水性共有种数较多,有40多种,有的类群如钩虾亚目甲壳动物,共有种很少,仅5种,生物区系差异较大,不如中国黄海与日本海东侧(部)日本本州近海关系密切,共有种较多。黄海底栖生物最新研究资料发现:黄海冷水动物区系多样性较半世纪前显著降低,说明全球气候变暖威胁加重;冷水种数减少,种群衰退,重要种栖息地(尤其是产卵、育幼场)丧失,涉及种群补充、资源再生困难、渔业生产难以持续发展等重大问题。双方表示应该继续合作,进一步搞清西北太平洋温带区系受全球气候变化胁迫而产生的变化及其机制,提出应采取的保护措施。

(6)国际海洋生物普查计划(CoML)。中国自2004年参加该计划,完成了:(a)浮游动物多样性项目,完成了黄东海浮游动物断面季度采样和研究,同时完成了从北极海经赤道至南大洋直线航次调查,建立了条形码数据库。(b)向CoML国家地区执行委员会(National and Regional Implementation Committee, NRIC)提交《中国国家总结报告》(*Status of Marine Biodiversity Studies in China Seas*) (Liu, in press)。(c)向OBIS数据库提交共享资料数据。

## 2.6 建立国家和地方各级海洋自然保护区

国家十分重视自然保护区的建立。到2011年,全国海域已建立33个国家级海洋自然保护区和21个国家级海洋特别保护区以及7个国家级海洋公园([http://www.gov.cn/gzdt/2011-05/19/content\\_1866854.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2011-05/19/content_1866854.htm)) (附录I),大力加强多样性和濒危物种的保护工作,取得了明显成效。但海洋生物研究与保护任务繁重,管理尚落后于陆生生物,有待加强。

## 2.7 典型生态系统的监测与保护

半个多世纪以来,我国海洋生物专家对特殊生

境的生态系统进行了大量调查研究,其中珊瑚礁、红树林沼泽、沿岸湿地的研究与保护工作较多。发表多篇论文和专著。最近出版了海草场专著。详细情况参见本期徐凤山和张均龙(2011)的文章,这里仅作简要回顾。

### 2.7.1 造礁珊瑚和珊瑚礁生态系统监测与保护

珊瑚礁是多样性最高的热带生态系统,遭受人类活动和全球气候变化的胁迫也最为严重。南海北部的海南岛和台湾岛位于世界热带珊瑚礁分布区的边缘,缘礁(fringing reef)曾很发达。海南岛南端三亚鹿回头潮间带缘礁20世纪60年代初曾有明显的带状结构,如蔷薇珊瑚(*Montipora*)带和鹿角珊瑚(*Acropora*)带(Liu, 1999),但在海洋环境变化和人类活动(采集)双重胁迫加剧的情况下,早已破坏殆尽(表6),目前潮间带已难见到活珊瑚存在。海南鹿回头自然保护区建立于缘礁被破坏以后,加上近年来旅游业发展,自然保护的难以遏止强势的人类活动胁迫和破坏。虽然潮下带珊瑚礁保护较好,但因受城市生活污水排放和陆源污染物的影响,加上海水颗粒物增加透明度降低等环境恶化,前景实在令人担忧。台湾岛因为环境条件很好,造礁石珊瑚属种数相当丰富,有58属230种(表5)。其南部的垦丁海洋公园保护很好,可见繁茂的珊瑚礁生物群落。澎湖列岛也保护很好。

表6左侧为邹仁林1966年记录的带状结构示意图,右侧是作者团队1990年和1992年观察记录(1998)。可见破坏情况严重。如今潮间带已难见活珊瑚生存,即使是潮下带群落也极度衰退。

20世纪60–80年代西沙群岛的珊瑚礁考察采集研究受到重视,中科院海洋所和南海海洋研究所曾多次派出考察队,曾呈奎院士亲自带队于1976–1978年进行金银岛和东岛考察(庄启谦等, 1981),描记了两岛环礁沿岸珊瑚礁的带状构造,认为该环礁属于典型的太平洋热带大洋珊瑚礁,具有珊瑚藻构成的藻脊结构(表7)。

表5 中国海各地区造礁石珊瑚种数

Table 5 Scleractinian coral species in China seas

	南沙 Nansha Islands (陈清潮, 2003)	西沙 Xisha Islands	东沙 Dongsha Islands	黄岩岛 Huangyan Island	海南岛 Hainan Island	台湾岛 Taiwan Island	香港 Hong Kong	广东、广西 Guangdong & Guangxi	福建 Fujian
属数 Genus	50	38	27	19	34	58	21	21	
种数 Species	200	127	70	46	110	230	50	45	>10

表6 三亚鹿回头缘礁的破坏情况

Table 6 Change in zonal structure of Fringing Coral Reef in Luhuitou of Sanya

		1966 (Zou <i>et al.</i> , 1966)		1991 (Liu, 1999)	
菊花珊瑚带 <i>Goniastrea</i> zone	珊瑚碎屑 Coral debris	无活珊瑚 No living corals		120 m	
	黑原石 Boulder or Negro Heads	中华角蜂巢珊瑚 <i>Favites chinensis</i>	标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	中华角蜂巢珊瑚 <i>Favites chinensis</i>	150 m
		粗糙菊花珊瑚 <i>Goniastrea aspera</i>		石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>	
				橙黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	180-200 m
				250 m	
蔷薇珊瑚带 <i>Montipora</i> zone	濠 Moat	佳丽鹿角珊瑚 <i>Acropora pulchra</i>	石芝珊瑚 <i>Fungia</i> sp.	石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>	250-300 m
		中华角蜂巢珊瑚 <i>Favites chinensis</i>	粗糙菊花珊瑚 <i>Goniastrea aspera</i>	舌叶杯形珊瑚 <i>Pocillopora ligulata</i>	
		标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	橙黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>		
		石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>			
礁平台 Reef plat				330 m	
鹿角珊瑚带 <i>Acropora</i> zone	珊瑚砾堤 Shingle Rampart	无活珊瑚 No living corals			
向海斜坡 Seaward slope	上带 Upper Zone	上层鹿角珊瑚区 <i>Acropora</i> Zone, Upper			380 m
		亲密鹿角珊瑚 <i>Acropora affinis</i>	腐蚀刺柄珊瑚 <i>Hydnophora exesa</i>	小枝鹿角珊瑚 <i>Acropora microclados</i>	
		甲冑鹿角珊瑚 <i>A. armata</i>	繁锦蔷薇珊瑚 <i>Montipora efflorescens</i>	根枝鹿角珊瑚 <i>A. surculosa</i>	
		松枝鹿角珊瑚 <i>A. brueggemanni</i>	灌木蔷薇珊瑚 <i>M. fruticosa</i>		
		紧缩鹿角珊瑚 <i>A. conferta</i>	横错蔷薇珊瑚 <i>M. gaimardi</i>		
		小枝鹿角珊瑚 <i>A. microclados</i>	鬃刺蔷薇珊瑚 <i>M. hispida</i>		
		鼻形鹿角珊瑚 <i>A. nasuta</i>	叶状牡丹珊瑚 <i>Pavona frondifera</i>		
		匍匐鹿角珊瑚 <i>A. prostrata</i>	交替扁脑珊瑚 <i>Platygyra crosslandi</i>		
		佳丽鹿角珊瑚 <i>A. pulchra</i>	朴素扁脑珊瑚 <i>P. rustica</i>		
		根枝鹿角珊瑚 <i>A. surculosa</i>	鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>		
		锯齿刺星珊瑚 <i>Cyphastrea serailia</i>	团块滨珊瑚 <i>Porites lobata</i>		
		标准蜂巢珊瑚 <i>Favia speciosa</i>	橙黄滨珊瑚 <i>P. lutea</i>		
		中华角蜂巢珊瑚 <i>Favites chinensis</i>	炭黑滨珊瑚 <i>P. nigrescens</i>		
		丛生盔形珊瑚 <i>Galaxea fascicularis</i>	毗邻沙珊瑚 <i>Psammocora contigua</i>		
		帛琉菊花珊瑚 <i>Goniastrea palauensis</i>	菌状合叶珊瑚 <i>Symphyllia agaricia</i>		
		梳状菊花珊瑚 <i>G. pectinata</i>			
	450 m	Lower Zone	-2 m		450 m
	下带 Lower Zone	亲密鹿角珊瑚 <i>Acropora affinis</i>	阔裸肋珊瑚 <i>Merulina ampliata</i>	亲密鹿角珊瑚 <i>Acropora affinis</i>	
		松枝鹿角珊瑚 <i>A. brueggemanni</i>	狭裸肋珊瑚 <i>M. laxa</i>	松枝鹿角珊瑚 <i>A. brueggemanni</i>	
		美丽鹿角珊瑚 <i>A. formosa</i>	繁锦蔷薇珊瑚 <i>Montipora efflorescens</i>	美丽鹿角珊瑚 <i>A. formosa</i>	
		粗野鹿角珊瑚 <i>A. humilis</i>	叶状蔷薇珊瑚 <i>M. foliosa</i>	小枝鹿角珊瑚 <i>A. microclados</i>	
		鼻形鹿角珊瑚 <i>A. nasuta</i>	鬃刺蔷薇珊瑚 <i>M. hispida</i>	根枝鹿角珊瑚 <i>A. surculosa</i>	
		太平洋鹿角珊瑚 <i>A. pacifica</i>	平展蔷薇珊瑚 <i>M. solanderi</i>	中华角蜂巢珊瑚 <i>Favites chinensis</i>	
		多星孔珊瑚 <i>Astreopora myriophthalma</i>	十字牡丹珊瑚 <i>Pavona decussata</i>	赫氏叶状珊瑚 <i>Lobophyllia hemprichii</i>	
		棘栉珊瑚 <i>Ctenactis echinata</i>	叶状牡丹珊瑚 <i>P. frondifera</i>	橙黄滨珊瑚 <i>Porites lutea</i>	
		石芝珊瑚 <i>Fungia fungites</i>	阔叶牡丹珊瑚 <i>P. lata</i>	团块滨珊瑚 <i>Porites lobata</i>	
		石芝珊瑚 <i>Fungia</i> sp.	莴苣树状珊瑚 <i>Pectinia lactuca</i>		
		网状菊花珊瑚 <i>Goniastrea retiformis</i>	团块滨珊瑚 <i>Porites lobata</i>		
		小角刺柄珊瑚 <i>Hydnophora microconos</i>	橙黄滨珊瑚 <i>P. lutea</i>		
		伞房叶状珊瑚 <i>Lobophyllia corymbosa</i>	盾形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria peltata</i>		
		赫氏叶状珊瑚 <i>L. hemprichii</i>			



表7 西沙金银岛环礁夏季低潮东北和西南断面珊瑚带状结构  
Table 7 Reef structure of the Jinyindao Atoll, Xisha Islands

1. 东北向礁平台 Northeast transect (960 m)	
橙黄滨珊瑚带 <i>Porites lutea</i> Zone (310 m)	
苍珊瑚带 <i>Heliopora coerulea</i> Zone (350 m)	
美丽鹿角珊瑚带 <i>Acropora formosa</i> Zone (100 m)	
碎珊瑚带 Dead Coral Fragments Zone (80 m)	
珊瑚藻带 Coral Algal Zone (120 m)	
2. 西南向礁平台 Southwest transect (450 m)	
珊瑚沙带 Coral Sand Zone (150 m)	
苍珊瑚带 <i>Heliopora coerulea</i> Zone (200 m)	
鹿角珊瑚带 <i>Acropora</i> Zone (70 m)	
珊瑚藻带 Coral Algal Zone (30 m)	

### 2.7.2 红树林沼泽和红树林生态系统的监测与保护

红树林沼泽生态系统是世界热带亚热带河口低盐和半咸水域特有的生态系统。红树林不仅有高多样性和高生产力,是多种生物的繁殖育幼场,更有保护海岸免受侵蚀的重要作用,是重要保护对象。1950年全国共有红树林面积4.2万公顷。由于人们最初不了解它的护岸防潮作用,严重滥伐用作薪柴和染渔网的染料,1990年红树林减少到1.48万公顷。后来由于国家大力加强管理保护和引进增植,面积显著增加,2001年总计2.2万公顷(表8)。我国红树林主要分布在海南、广东和广西,分别有35、18和14种(表8)。其中海南多样性最高,种数超过世界总种数之半。东寨等自然保护区的建立和大量引种措施使红树林面积增加(表8),与珊瑚礁的保护结果显著不同。不过,与繁茂发达的东南亚典型热带红树林沼泽生态系统相比,分布在边缘区的海南岛的

群落远远不够典型(刘瑞玉, 2009)。

### 2.7.3 海草场衰退与儒艮的保护

海草场是著名的高生物多样性和高生产力的生境,中国海北部和南部海草场的种类结构和优势种群的发育规模都有显著不同。北方黄、渤海主要有 *Zostera* 6种,其中 *Z. japonica* 向南分布到香港。另外两种虾海草 *Phyllospadix japonica* 和 *Ph. iwatanensis* 也较常见。北方的海草保护不理想,面积显著缩小,与当地发展沿岸水产养殖有关。南方的海草场较发达。蔓草(大叶藻)生态系和南方的多种类生态系不同,根据黄小平等(2007)的研究(表9),华南沿岸海草场的种类组成较复杂。由于早期重视不够,海草场面积随海区开发建设发展而有明显缩小,影响到海草生态系统的多样性与资源保护,特别是濒危种儒艮(*Dugong dugon*)的种群生存发展与保护。雷州半岛两岸和广西沿岸曾都有丰富的海草资源和儒艮种群,而目前儒艮已经成为稀见的濒危物种,保护任务十分艰巨。

## 3 国际海洋生物普查CoML的重大启示

21世纪开始10年,世界海洋生物学界发生的令人瞩目的重大事件是在美国Sloan基金会大力支持下,有80多个国家2,700多位科技人员参加的空前规模的全球“海洋生物普查计划(Census of Marine Life, CoML)”(2001–2010年)(Holm *et al.*, 2001; Census of Marine Life, 2005; Census of Marine Life Secretariat, 2005; O'dor & Reed, 2005; Yarincik & O'Dor, 2005; Tilot, 2006; Crist & Harding, 2008; Ausubel *et al.*,

表8 中国海沿岸红树林面积和种数(王文卿和王瑁, 2007)  
Table 8 Mangrove species and cover area along Chinese coastline

地区 Region	红树林面积 Mangrove area (ha)			种数 Number of species		
	1950年代 1950s	1990年代 1990s	2001年 2001	真红树 True mangrove	半红树 Semi-mangrove	总计 Total
海南 Hainan	9,992	4,836		24	11	35
广西 Guangxi	10,000	5,654		9	5	14
广东 Guangdong	21,289	3,813		10	8	18
香港 Hong Kong	85	9		11		
澳门 Macao	1	4		5		
福建 Fujian	720	360		7	2	9
台湾 Taiwan	120	9		17		
浙江 Zhejiang	8	1		1		
总计 Total	42,000	14,877	22,024	26	11	37

表9 华南沿岸海草场的种类和分布面积(黄小平等, 2007)

Table 9 Sea grass species and cover area along South China coast (Huang *et al.*, 2007)

海草床名称 Seagrass bed names	面积 Area (ha)	主要海草种类 Main species
广东 Guangdong		
流沙湾海草床 Liusha Bay	900	喜盐草 <i>Halophila ovalis</i> , 二药藻 <i>Halolule uninervis</i>
湛江东海岛海草床 Zhanjiang Donghai Dao	9	贝克喜盐草 <i>Halophila beccarii</i>
阳江海陵岛海草床 Yangjiang Hailing Dao	1	喜盐草 <i>Halophila ovalis</i>
广西 Guangxi		
合浦海草床 Hepu	540	喜盐草 <i>Halophila ovalis</i> , 二药藻 <i>Halolule uninervis</i> , 矮大叶藻 <i>Zostera japonica</i> , 贝克喜盐草 <i>Halophila beccarii</i>
珍珠港海草床 Zhenzhugang	150	矮大叶藻 <i>Zostera japonica</i> , 贝克喜盐草 <i>Halophila beccarii</i>
海南 Hainan		
黎安港海草床 Li'an Gang	320	海菖蒲 <i>Enhalus acoroides</i> , 泰来藻 <i>Thalassia hemprichii</i> , 海神草 <i>Cymodocea rotundata</i> , 喜盐草 <i>Halophila ovalis</i> , 二药藻 <i>Halolule uninervis</i>
新村港海草床 Xincun Gang	200	海菖蒲 <i>Enhalus acoroides</i> , 泰来藻 <i>Thalassia hemprichii</i> , 海神草 <i>Cymodocea rotundata</i> , 二药藻 <i>Halolule uninervis</i>
龙湾海草床 Longwan	350	海菖蒲 <i>Enhalus acoroides</i> , 泰来藻 <i>Thalassia hemprichii</i> , 喜盐草 <i>Halophila ovalis</i>
三亚湾海草床 Sanyawan	1	海菖蒲 <i>Enhalus acoroides</i> , 泰来藻 <i>Thalassia hemprichii</i>
香港 Hong Kong		
深圳湾海草床 Shenzhenwan	-	矮大叶藻 <i>Zostera japonica</i> , 喜盐草 <i>Halophila ovalis</i>
大鹏湾海草床 Dapengwan	-	喜盐草 <i>Halophila ovalis</i> , 川蔓藻 <i>Ruppia maritime</i>

2010; Costello *et al.*, 2010; Snelgrove, 2010)。

该计划强调其扩大的目标与内容, 强调要对全球海洋, 特别是过去调查研究不足或空缺的海域及生境(如海山、热泉、冷渗口等)调查采集标本, 发现新种。要了解物种组成、分布、数量以及种群的起源历史和现状, 预测其未来的发展趋势。该计划强调要利用最新仪器设备、技术手段, 特别强调利用分子生物学手段, 如用DNA条形码鉴定物种。计划还明确指出要应用于如下领域: (1)可持续渔业, 主要是海洋捕捞业, 需要解决过度捕捞、资源衰退和保持产业持续发展等重大问题, 是当前国家最迫切的需要; (2)海洋保护区(寻找热点); (3)栖息地丧失和污染胁迫; (4)环境评估; (5)入侵种危害和控制; (6)濒危种保护; (7)《生物多样性公约》缔约方履约; (8)全球气候变化的影响。这些都涉及海洋生物多样性和生物资源研究与保护, 该计划强调应作好这些方面的服务。令人瞩目的是该调查成果及其产生的巨大影响(附录II)。

CoML计划共有17个独立的调查研究项目, 其中海洋生物地理信息系统(Ocean Biogeographic Information System, OBIS)是庞大而完善的数据库系统, 另外16个是调查研究项目(详见附录III)。

CoML计划经过2001-2010年实施, 使得海洋生

物多样性研究与保护受到国际社会的空前重视和支持。经过短短10年的努力, 共发现6,000多个可能的物种, 已完成1,200多个新种的认定。2002-2006年间平均每年描记约1,650个新种。甲壳类和软体动物种数最高, 分别为452和379种; 研究情况较好的鱼类平均每年136新种。取得了令人瞩目的成果。图1为各主要类群的新增物种数。

然而, 10年研究也发现人类对海洋生物的了解尚有诸多不足, 同时明确了努力方向:

(1)对小个体生物的了解少于对大个体生物的了解, 即对生物的认识与生物个体的大小成反比;

(2)对未知环境中海洋生物的生命过程知之甚少;

(3)海洋生物多样性需要在更大尺度范围内开展研究;

(4)极端环境中海洋生物的生命过程(热泉、冷渗口、海山、鲸尸、腐木……等)的特点和关键影响因子还不明确;

(5)对过去、现在与未来生物多样性的了解, 包括对过去高温环境下和现代气候变化下, 以及对未来种群发展预测等等;

CoML计划强调的海洋生物多样性研究目标和内容有显著的提高和扩大, 甚至超出整个海洋生态学范围。要了解生物的组成、分布和数量, 要研究

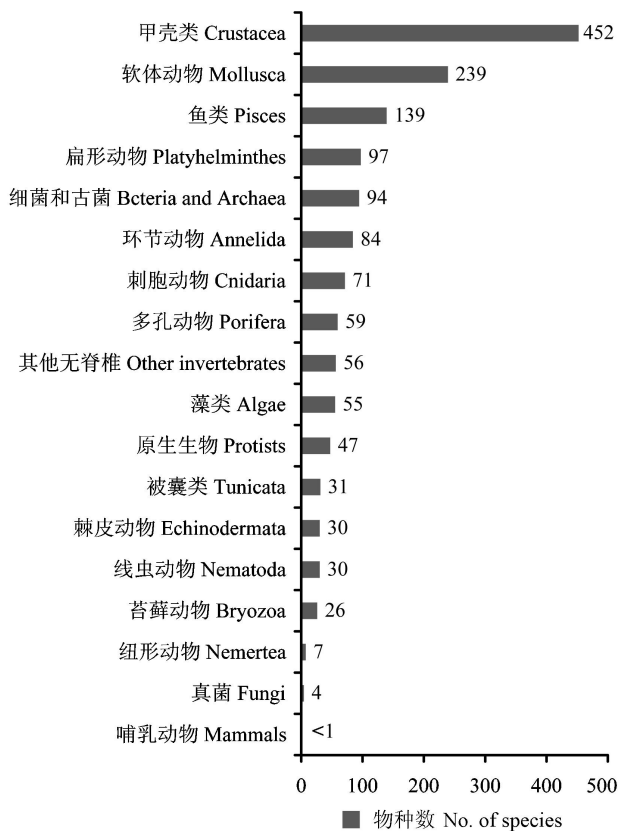


图1 2002–2006记录的海洋生物新物种  
Fig.1 New recorded marine species during 2002–2006

种群的去(起源发生历史)和现状,并预测其未来发展趋势,要厘清其过程和机制,最终研究结果要服务于生产建设,推动经济、社会和学科的发展,服务于人民。

#### 4 存在的问题

与CoML最近10年中在全球不同海域及生境所进行的空前大规模调查中所获得的令人瞩目的创新成果相比,与中国陆地和淡水生物多样性研究相比,全国范围的海洋生物多样性研究总体计划、安排和进展都有明显不足。

(1)海洋生物标本采集和物种多样性调查研究远远不够。已知物种总数(22,629)不够多,显著少于邻国日本。主要因为调查采集限于在大陆架和沿岸浅水区进行,在高多样性的南海珊瑚礁采集不够;陆坡深海只有个别点做过采样,深渊带调查还未进行;特殊生境如海山、热泉、冷渗口、洋中脊、深渊平原等的采集都有待开展;浅海区尚有许多生境

未作过详细采集和物种分类分布研究。迄今尚未取得全中国海域统一的基本资料,迄今还没有中国海洋生物多样性背景值,影响到整个监测、研究与保护策略和研究计划的制订与执行。

(2)缺乏系统、深入的资料分析。全中国海域1997–2000年进行的中国海大陆架资源与环境调查,各海区 and 全国的综合报告都有浮游、底栖和游泳生物种类组成、数量分布、环境质量数据等的详细资料。但作为区系多样性分析资料,则种数不够全,种的鉴定尚待核实,只能供作一般生态学和资源分析。2004年开始大规模进行的全国17个主要海洋生态监护区的检测工作,取得了生态系统检测的多学科资料数据,但是缺少完整的生物物种组成准确名录与分布记录,不能满足多样性全面分析比较的需要。

(3)已有记录物种的地理分布区及适温性尚待核实。例如大黄鱼的自然分布区在南黄海至南海北部大陆架(包括北部湾),过去被不少专家列为北太平洋温带区系中的暖温性种,最近才被更正为暖水性的亚热带种,属于印度–西太平洋暖水区系。因此有关大黄鱼生态、分布和区系性质的结论难以使人信服。

(4)缺乏系统演化生物地理学研究。涉及生物区系和主要生物类群及一些重要经济种的起源、演化、发展和资源合理与持续开发,在陆生生物、淡水生物方面早有研究,但海洋生物中仅鱼类有少数论述,且研究力量薄弱,差距明显。

(5)当前资源过度开发和破坏已近极限。这是当前国家渔业生产面临的最严重问题。要搞清资源究竟是否还有潜力,有哪些种,有多少,迫切需要依据可靠的资料数据作出可持续发展的计划。

(6)管理、保护努力不够,水平和效果亟待提高。当前的严重问题是全国渔船过多,捕捞力量超过资源补充量,资源普遍衰退,有的枯竭,生产难以持续发展。管理困难多,效果不理想,还有违规捕鱼行为发生。实践表明,生物多样性和资源保护的关键在于是否实行有效的管理认真和有效的管理。

#### 5 应采取的措施

(1)大力加强不同生境的调查采集和分类及多样性研究,发现新物种,积极取得不同海域和生境的背景值,准确反映(中国)海域生物多样性实际状

况;

(2)积极开展不同典型生境生物多样性的监测、评估和保护研究;

(3)搞清转换过程、各营养级间的转换效率;

(4)努力提高研究水平, 缩小海洋与陆生生物多样性研究水平的差距;

(5)大力加强管理, 进行认真和有效的保护管理;

(6)重视和加强专业人才培养, 特别是分类专业接班人, 团队要老、中、青结合。

由于前已述及, 对海洋生物观察和实验有很大困难。目前海洋生物仅分类鉴定、物种编目已取得显著进展, 拥有了种类组成、数量、地理分布等基本资料; 时空变化的监测已开始, 取得了全国典型生境及生物群落数据。但物种鉴定记录不够规范, 难以满足多样性分析需要; 濒危物种评估虽已初步进行, 但最新的详细、确切数据(如种群个数及生境面积)不足, 尤其缺少统一观测取得的背景值; 胁迫评估结果还嫌粗糙, 表现在最新资料不足不细, 胁迫程度的评估欠准; 而保护对象尚缺统一排队, 有效措施不足, 保护效果有待提高。但令人高兴的是, 有的保护努力已见效果。如由于国家重视, 红树林面积有了明显增加。然而, 珊瑚礁受人类活动和全球变化双重胁迫很重, 保护尚未见明显效果, 有待作更大努力来提高保护效率。

#### 参考文献

- Ausubel JH, Crist DT, Waggoner PE (2010) *First Census of Marine Life 2010: Highlights of a Decade of Discovery*. Census of Marine Life, Washington, DC.
- Cavalier-Smith T (1998) A revised six-kingdom system of life. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **73**, 203–266.
- Cavalier-Smith T (2004) Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **271**, 1251–1262.
- Census of Marine Life (2005) *Annual Highlight Report for CoML, 2004*. Washington, DC.
- Census of Marine Life Secretariat (2005) *Census of Marine Life Research Plan (Version January 2005)*. Census of Marine Life, Washington, DC.
- Chen QC (陈清潮) (2003) *The Latin and Chinese Names of Biodiversity in Nansha Islands (南沙群岛海区生物多样性名典)*. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Costello MJ, Coll M, Danovaro R, Halpin P, Ojaveer H, Miloslavich P (2010) A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS ONE*, **5**, e12110.
- Crist DT, Harding J (ed.) (2008) *Making Ocean Life Count*. Census of Marine Life, USA.
- Holm P, Smith TD, Starkey DJ (2001) *The Exploited Seas: New Directions for Marine Environmental History*. International Maritime Economic History Association, Census of Marine Life, St. John's (Canada).
- Huang XP (黄小平), Huang LM (黄良民), Li YH (李颖虹), Han QY (韩秋影), Huang DJ (黄道建), Xu ZZ (许战洲), Tan YH (谭焯辉) (2007) *Study on Seagrass in South China Sea (中国南海海草研究)*. Guangdong Economic Press, Guangzhou. (in Chinese)
- Huang ZG (黄宗国) (ed.) (1994, 2008) *Species and Their Distribution of Marine Life of China Seas*, 1st & 2nd edn. (中国海洋生物种类与分布第一版和第二版). Ocean Press, Beijing. (in Chinese)
- Jia XP (贾小平), Li YZ (李永振), Li CH (李纯厚), Qiu YS (邱永松), Gan JL (甘居利) (eds) (2004) *Fishery Ecological Environment and Fishery Resources of Exclusive Economic Zone and Continental Shelf of the South China Sea (南海专属经济区和大陆架渔业生态环境与渔业资源)*. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Jin XS (金显仕), Zhao XY (赵宪勇), Meng TX (孟田湘) Cui Y (崔毅) (2005) *Living Resources and Habitat Environment in Yellow Sea and Bohai Sea (黄、渤海生物资源与栖息环境)*. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Liu Ruiyu (JY Liu) (刘瑞玉) (ed.) (1992) *Ecology and Living Resources of Jiaozhou Bay (胶州湾生态学和生物资源)*. Science Press, Beijing. (in Chinese with English Abstract)
- Liu Ruiyu (JY Liu) (1999) Marine biodiversity conservation in the South China Sea. In: *Proceedings of European-Asian Workshop on Investigation and Management of Mediterranean and South China Sea Coastal Zone*, pp. 351–360. November 1998, Hong Kong.
- Liu Ruiyu (JY Liu) (2006) Marine biodiversity study and biotechnology exploitation in China. *Journal of Bioscience and Biotechnology (Korea)*, **1**, 40–47.
- Liu Ruiyu (JY Liu) (刘瑞玉) (ed.) (2008) *Checklist of Marine Biota of China Seas (中国海洋生物名录)*. Science Press, Beijing. (in Chinese and in English)
- Liu Ruiyu (JY Liu) (刘瑞玉) (2009) Present status of marine biodiversity of the China seas. In: *Ocean Ecology Production and Modern Fishery Management Seminar. Subcommittee on Ocean and Fishery, Association of North East Asia Regional Government (东北亚地区政府联合会海洋和渔业分会海洋生态保护现代渔业高端论坛大会特邀报告集)*, pp. 4–27. (in English and Chinese)
- Liu Ruiyu (JY Liu) Status of biodiversity of marine life of the China seas. *PLoS ONE NRIC*. (in press)
- Liu Ruiyu (JY Liu) (刘瑞玉), Cui YH (崔玉珩) (eds) (1996) *Marine Biota in the Coastal Zone of China seas (中国海岸带生物)*. Ocean Press, Beijing. (in Chinese)

- O'dor R, Reed C (2005) *A Compendium of Publications Celebrating the 5th Anniversary of the Census of Marine Life*. Census of Marine Life, USA.
- Qian YQ (钱迎倩), Ma KP (马克平) (1996) Hot spots in biodiversity studies. *Guihaia* (广西植物), **16**, 295–299.
- Shao KT (邵广昭), Peng CI (彭镜毅), Wu WJ (吴文哲) (eds) (2010) *Catalogue of Life in Taiwan* (台湾物种名录). Forestry Bureau, Council of Agriculture, Taipei. (in Chinese)
- Snelgrove PVR (2010) *Discoveries of the Census of Marine Life: Making Ocean Life Count*. Cambridge University Press, Cambridge.
- State Oceanic Administration, PR China (国家海洋局) (2004–2010) *Ecological Report of China Coastal Zone Ecological Monitoring Region* (全国近岸生态监控区生态状况报告). China Ocean Press, Beijing. (in Chinese)
- Tang QS (唐启升) (ed.) (2006) *Marine Biological Resources and Inhabiting Environment in Chinese Exclusive Economic Zone* (中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- The State Bureau of Quality and Technical Supervision, PR China (国家质量技术监督局) (1999) *National Standard of China GB/T 17826 Marine Bio-taxonomic Codes* (中华人民共和国国家标准GB/T 17826海洋生物分类代码).
- Tilot V (2006) *Biodiversity and Distribution of the Megafauna. Vol. 1: The Polymetallic Nodule Ecosystem of the Eastern Equatorial Pacific Ocean; Vol. 2: Annotated Photographic Atlas of the Echinoderms of the Clarion-Clipperton Fracture Zone*. UNESCO/IOC, Paris (IOC Technical Series, 69).
- Wang S (汪松), Xie Y (解焱) (ed.) (2004, 2005, 2009) *China Species Red List* (中国物种红色名录). Higher Education Press, Beijing. (in Chinese and English)
- Wang WQ (王文卿), Wang M (王瑁) (2007) *The Mangroves of China* (中国红树林). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Xu FS (徐凤山), Zhang JL (张均龙) (2011) Characteristics of bivalve diversity in typical habitats of China seas. *Biodiversity Science* (生物多样性), **19**, 716–722. (in Chinese with English abstract)
- Yarincik K, O'Dor R (2005) The census of marine life: goals, scope and strategy. *Scientia Marina*, **69**(Suppl. 1), 201–208.
- Zheng YJ (郑元甲) (2003) *The Biological Resources and Environment in Continental Shelf of the East China Sea* (东海大陆架生物资源与环境). Shanghai Science and Technology Press, Shanghai. (in Chinese)
- Zhuang QQ (庄启谦), Li CS (李春生), Lu BR (陆保仁), Zeng CK (曾呈奎) (1981) Zonation characteristics of the reef flat of the Xisha Islands, Guangdong Province, China. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, **12**, 341–348.
- Zou RL (邹仁林), Ma JH (马江虎), Song SW (宋善文) (1966) A preliminary study on the vertical zonation of the coral reef of Hainan Island. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, **8**, 153–161.

(责任编辑: 孙军 责任编辑: 时意专)

#### 附录I 我国的海洋保护区

Appendix I National marine reserves of China

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2011-185-1.pdf>

#### 附录II 海洋生物普查(Census of Marine Life 2001-2010)取得的主要成果

Appendix II Main achievements of the Project Census of Marine Life 2001–2010

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2011-185-2.pdf>

#### 附录III 海洋生物普查计划(CoML)(2001-2010)设立的17项子计划

Appendix III 17 Projects of Census of Marine Life (CoML) (2001–2010)

<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2011-185-3.pdf>