

文章编号: 1001-8166(2005)02-0139-05

我国海洋生态系统基础研究的发展 ——国际趋势和国内需求*

苏纪兰¹, 唐启升²

(1 国家海洋局第二海洋研究所, 海洋动力过程与卫星海洋学国家海洋局重点实验室, 浙江 杭州 310012;
2 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 海洋渔业资源可持续利用农业部重点实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 进入 21 世纪, 许多学科都对其以往的进展作了回顾, 对其未来的发展作了展望; 一些大型国际研究计划也在过去所取得的成就的基础上, 在世界人口需求的框架下制定了新世纪的目标和研究内容; 我国则确定了全面建设小康社会的宏伟目标, 并就此制定了国家中长期科学和技术发展规划。结合海洋学科的发展趋势、我国未来社会经济发展的需求、重大国际研究计划的整合动向等 3 个方面, 就我国海洋生态系统基础研究的发展作一些讨论。

关键词: 海洋生态系统; 生物地球化学; 基础研究; 中国

中图分类号: Q178.53 **文献标识码:** A

1 海洋生态系统

生物群落与其所在地理位置的非生物环境构成一个生态系统。生态系统中不但非生物环境在影响着其生物群落的发展, 生物群落实际上也一直对非生物环境的演变起着重要的作用, 尤其是人类最近数百年来活动。人类的生存和社会的发展依赖于地球各生态系统所提供的产物 (goods) 与服务 (services)。概括地讲, 产物如食物、纤维、药品、能源等来自生态资源部分, 而生态系统的环境 (包括生物的及非生物的) 则提供各种各样的服务, 如净化水质、解毒有害物质、循环调节温室气体及生源要素、缓和旱涝及土壤侵蚀等。研究表明, 生态系统及其功能对包括气候变化在内的全球变化的程度及速率常常是相当敏感的。

海洋面积占全球的 71%, 具有储存及交换热量、CO₂ 和其它活性气体的巨大能力, 因此海洋生态系统对包括气候变化在内的全球变化有着至关重要的调节作用。海洋生态系统也为全世界提供了丰富的优良动物蛋白质, 海洋渔业年产量约 1.2 亿吨, 提

供了全球约 20% 的动物蛋白质, 2003 年我国消耗的动物蛋白质中来自海洋的大致也是这个比例。目前全球有近半数的人口集中在离海岸 100 km 以内的沿海区, 并且呈快速上升趋势。海岸带及近海的海洋生态系统为近海社会发展提供了巨大的产物与服务, 同时其自身也承载着巨大的压力, 其资源与环境不断恶化。

由于海洋的特殊物理性质, 海洋生态系统与陆地生态系统大不相同。海洋的初级生产主要由 1~100 μm 的浮游植物完成, 次级生产由仍然较小的 (0.1~10 mm) 浮游动物完成。其中两组生物群的各自最小端群体加上原生动植物构成所谓的微食物环 (microbial loop), 它在海洋生态系统的能量流动和物质循环中起着重要的作用。因此, 海洋生态系统较陆地生态系统复杂得多, 稳定性也远比陆地低。海洋生态系统的研究难度大, 海洋锋面、跃层、中尺度涡等海洋物理过程以及与悬浮颗粒物和沉积物有关的生物地球化学循环皆是影响海洋生态系统结构及其变化的关键过程。

* 收稿日期: 2004-10-14; 修回日期: 2004-10-22

* 基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”(编号: G1999043700) 资助。

作者简介: 苏纪兰 (1935-), 男, 湖南攸县人, 研究员, 中国科学院院士, 主要从事物理海洋学研究。E-mail: sujil@zgh.com.cn

2 21世纪海洋生态系统学科发展的展望

联合国政府间海洋学委员会 (DC) 和国际海洋研究委员会 (SCOR) 是推动海洋学研究的 2 个主要国际组织, 并且经常联合行动。在过去 40 年来他们共同主办过 3 次高层次学术讨论会, 对海洋学的发展进行回顾与展望。

2.1 20年前对海洋科学发展展望的经验

20 世纪 80 年代初 DC 和 SCOR 共同进行过对 2000 年海洋科学发展展望的讨论会, 其预测有相当的准确性, 尤其对学科交叉的 2 个领域的发展预测最值得称赞。一个是关于海洋在气候系统中的位置; 另一个是关于海洋生态系统研究的重要性。回顾这 20 年来海洋科学的突出进展, 在前者有世界气候研究计划 (WCRP) 推动的一系列以海洋物理为基石的气候研究国际计划, 如以厄尔尼诺为对象的热带海洋全球大气试验 (TOGA)、以 10 年际尺度气候变化为对象的世界海洋环流实验 (WOCE) 和更深入浅出围绕年际至 10 年际气候波动的气候变率及可预报性研究计划 (CLMAR); 在后者有国际地圈生物圈计划 (IGBP) 推动的一系列侧重海洋生态系统在全球变化中作用及响应的国际计划, 如以浮游植物为焦点的全球海洋通量联合研究 (JGOFS) 和以浮游动物为焦点的全球海洋生态系统动力学 (GLOBEC), 还有 DC 和 SCOR 共同倡议的侧重赤潮生物过程与物理生化环境的关系全球有害藻华的生态学和海洋学 (GEOHAB)。这 3 个计划的共同特点就是特别关注海洋生物和化学与海洋物理过程研究的结合。

20 世纪 80 年代初那次的展望已认识到, 要了解全球气候系统的变化机理, 必须要把世界海洋作为一个整体来研究, 这也促成了 90 年代初国际上正式倡议成立全球观测系统 (GOOS)。GOOS 的逐步建立, 尤其是近海部分, 又将为海洋生态系统研究提供宝贵的长时间系列数据。

海洋研究难度大, 因此海洋科学的大部分进展都是建立在观测方法和手段改进的基础上。海洋的高浓度盐离子环境和生物群落的复杂组成使得海洋化学和生物的观测难度更大。80 年代初的展望也因此未能料到一些重要的海洋化学与生物的发现, 如广大的海洋生产力为铁的限制、海洋生物广泛地利用化学信号、大洋海底存在大量细菌等。

那次展望也未能预料到一些观测技术的跃进, 尤其是有关生物与化学方面的, 如观测大面积海洋初级生产力的水色卫星、用于中上层海洋哺乳动物

及鱼类的各种标志以认识其行为和环境、解释海洋生物和种群的基因结构的分子探针和 DNA 技术等。

2.2 21世纪初海洋科学的发展展望

在 20 世纪末, DC 和 SCOR 再次联合举办高层次讨论会, 回顾过去近 20 年的海洋科学进展, 展望 2020 年海洋科学的可能发展。这次讨论会还得到国际环境问题研究委员会 (SCOPE) 的支持, 共同主办了这次会议。

从 20 世纪 80 年代到 20 世纪末, 全球的政治背景已起了很大的变化。在海洋方面, 1992 年在巴西召开的联合国环境与发展大会 (UNCED) 提出了可持续发展的概念, 唤醒了人们不能把大洋和近海简单的看成捕鱼获取和倾废纳污之地, 认识到对海洋监测的重要性。1994 年生效的联合国海洋法公约 (UNCLOS) 给予沿海国家对其经济专属区的管辖权, 大大拓展了这些国家的海洋国土和权益, 人类活动对海岸带及近海生态系统造成的压力也随着全球经济的发展而迅速增大。此外, 为 2002 年世界可持续发展首脑会议 (WSSD) 进行的各层次准备, 其聚焦已覆盖到国民经济发展的一些重要需求上, 如水、食物等。

在这样的全球背景下, 20 世纪末这次对未来海洋科学发展的展望不再以各学科作为其探讨的方式, 而是从一些世界所关注的问题来看海洋科学发展。这些问题包括承受重压的海岸带及近海海洋生态系统、海洋与气候变化、海洋渔业科学与可持续发展渔业、海洋产业的海洋学研究、海洋运输和国防对海洋环境信息的需求。另外, 这次讨论还对业务海洋学、海洋学仪器设备, 以及与海洋科学有关的国际合作和发展中国家能力建设等作了展望。

在讨论会的基础上, 总结出未来 20 年重要海洋科学技术发展在 10 个方面的展望:

- (1) 卫星遥感与现场观测网的结合, 包括生物和化学的新观测方法。
- (2) 信息革命带来的社会普及化与海洋学数据共享。
- (3) 包括实时数据同化的建模能力的全球化共享。
- (4) 分子探针等高新技术促成海洋生物功能多样性认识的可能。
- (5) 气候变化及其对海洋生态系统的影响。
- (6) 海洋倾废纳污与海洋生态系统。
- (7) 深海海底生物圈。
- (8) 海岸带和近海生态系统的可持续利用。

(9) 海洋学科交叉的持续整合。

(10) 海洋生态系统与负责任渔业。

可以看出,这 10 个方面皆与海洋生态系统研究有密切的关联。

3 未来 20 年我国国家需求中的海洋生态系统学科发展

我国人口众多,而宜于耕牧的土地占国土面积的比率却很小,向海洋索取动物蛋白质是我国经济社会发展必需的战略选择。海洋提供了世界约 20% 的动物蛋白质,我国大致也是这个比例。全球的海洋渔业产量自 1950 年一直上升,1990 年后期至今一直徘徊在每年 1.2 亿吨左右。我国海洋渔业产量在 20 世纪 70~80 年代初一直保持在每年 300 万吨左右,80 年代中期开始迅速增长,2000 年达到约 2 600 万吨,其中约 60% 来自海洋捕捞。

相比全球的海洋渔业,我国的捕捞主要集中在近海。而我国近海渔业资源不断地锐减和衰退,从 20 世纪 60 年代四大经济鱼类转为目前低质的鳀鱼和虾蛄等。最近我国采取了禁渔期的措施,对大量仔幼鱼被滥捕的现象有所遏制,但对渔产质量的提高仍不容乐观。我国海水养殖业虽然发展迅速,但优良种质的发掘和可持续利用与国际相比差距还很大。并且养殖环境恶化,病害不易控制。

事实上,鱼类作为海洋生态系统的重要组成部分,它的捕获不仅是减少了其种群数量,事实上也改变了生态系统的结构,这种改变反过来又可能会影响该鱼类种群。此外,生态系统中种群变化并不完全是因为捕捞压力,气候或其它环境因素的变化往往也是鱼类种群变化的主要因素。国际上这种例子比比皆是。我国的研究也表明,渤海海的鱼类种群变化与气候波动有一定的相关性。

海洋养殖更是离不开海洋生态系统方方面面的健康状况。贝类养殖需要从海洋中滤食大量的浮游植物,该海区生态系统能提供的这些生物量取决于其营养盐补充、海流的循环、浮游动物的摄食等情况。而鱼类养殖则受制于海区生态系统的物理条件和对其生化环境的自净能力。

我国要在 21 世纪初全面建设更高水平的小康社会,因此,未来 10~20 年是我国经济社会发展的重要机遇期,也是科技发展的重要机遇期。为此,国务院于 2003 年决定,为制定国家中长期科学和技术发展规划进行 20 个专题的战略研究,并要求这些战略研究要与社会经济发展、国家安全和可持续发展

3 个方面紧密结合。

海洋领域是第 5 专题战略研究中的一部分,经过充分讨论,认为海洋生物资源开发利用是今后 20 年海洋科技重点研究的一个优先主题。该主题包括海洋生物可捕资源养护与安全开发、海洋生物养殖资源开发与可持续利用、海洋生物产物资源研究与开发集成、海洋生物环境保障与食品安全技术等 4 个方面内容。从前面的讨论可以看出,这 4 个方面都与海洋生态系统研究密切相关。

4 21 世纪有关海洋生态系统的 IGBP 研究计划的整合

4.1 全球环境变化四大国际计划的整合

国际地圈生物圈计划 (IGBP) 是国际科学联合会 (ICSU) 于 1986 年发起的,它主要是研究生物圈与全球环境变化的相互关系。IGBP 与世界气候研究计划 (WCRP)、全球环境变化人文因素计划 (IHDP) 和国际生物多样性计划 (DIVERSITAS) 共同组成全球环境变化的四大国际计划。

这四大国际计划从开始就认识到地球是一个系统,其大气、海洋、陆地三大组成以及它们其中的生命与非生命部分都是相互影响的。在这些计划执行过程中,这种认识越来越深刻,尤其是包括人类在内的生物圈在地球系统中的重要作用。认识到地球系统的动力特征具有一些临界阈值和突变,而人类活动正驱使这个系统朝着前所未有的动力状态轨道运行。水、碳、食物和健康是人类持续发展必须面临的四大问题,全球人口的不断增加与生活水平的提高,使得这 4 个问题与全球变化的交互影响的程度愈来愈大,为地球系统的稳定性带来潜在的严重后果。因此,在进入 21 世纪之际,上述四大国际计划皆强调要从地球系统的角度来实施其核心计划。

同时,四大国际计划还准备开展针对全球水资源、碳循环、食物系统的联合计划。如食物系统联合计划的目标是“制定战略以妥善处理全球变化为食物供应带来的影响,并分析这些战略调整为环境及社会所造成的后果。”这些联合计划将建立在四大国际计划各自的核心计划的研究成果上。

4.2 IGBP 中有关海洋的研究计划的整合

IGBP 的科学目标是从相互作用的物理、化学和生物过程来认识和理解地球环境。IGBP 并从地球系统的角度划分了 9 个核心研究领域,即大气、陆地、海洋、地—气界面、海—气界面、海—陆界面,过去的全球变化、地球系统分析与模拟和能力建设。

对于海洋生态系统本身而言, IGBP 过去设立过 2 个核心计划, 一个是全球海洋通量联合研究计划 (JGOFS), 着重研究浮游植物和碳循环的关系; 另一个是仍在进行的全球海洋生态系统动力学 (GLOBEC), 着重研究物理环境对浮游动物和鱼类的影响。前者侧重于海洋对调节全球变化方面的科学问题, 而后者则更着眼于海洋食物网中的一些基础问题, 强调的是浮游动物在食物网中承上启下的作用。

营养盐及其它生源要素的可用性是支撑任何食物网的必要条件, 海洋的特殊性使得物理过程如输运、混合、上升流等对此起着关键的作用。过去 20 年来与海洋生态系统有关的研究成果显示, 海洋中的微食物环和颗粒物 (水体、海气界面、海底界面) 的生物地球化学循环对营养盐及其它生源要素的可用性也起着关键作用。基于这种认识, IGBP 正启动另一个以海洋生态系统为研究对象的核心研究计划, 即海洋生物地球化学与生态系统整合研究 (MBER)。MBER 侧重研究海洋生物地球化学循环与海洋生态系统的相互作用, 目标是寻求了解此相互作用对全球变化如何响应及怎样影响全球变化。通过 MBER 与 GLOBEC 这 2 个核心研究计划的实施, 可以对整个海洋食物网的结构与功能有比较全面的认识。

MBER 提出了 4 个方面的科学主题。第一主题是寻求认识会受全球变化影响的主要海洋生物地球化学和生态系统过程及这些过程的相互作用; 第二主题着重对这些过程和相互作用的量化及预测其对全球变化的响应; 第三主题考虑海洋生物地球化学和生态系统如何调节气候 (通过影响海洋对太阳辐射和温室气体的吸收); 第四主题则聚焦在与人类活动的关系。

5 我国海洋生态系统基础研究的发展

今后 20 年海洋渔业仍将是我国海洋生物资源利用的一个重要方面。目前我国的捕捞获取主要来自近海, 远洋捕捞占世界的比例甚小。为了在远洋捕捞中提高我们的比例, 更为了在远洋捕捞中有一定的发言权, 我国应对大洋生态系统的产出能力有一定的了解。但从海洋食物网的认识来说, 我国更重要的研究目标仍然应该是我国的近海。

我国近海生态系统面临各种自然界变化和人类活动, 如长时间尺度的气候及太平洋环流的自然波动、温室气体排放导致的气候变化、三峡和南水北调等水利工程、富营养化及其它排海的物质等。要达到维护我国近海渔业资源、提高优质鱼类产量比例的目标, 需要有合理的管理措施, 而这必须是在基于对我国近海生态系统如何响应自然界变化和人类活动的科学认识上。

IGBP 启动 GLOBEC 之后, 我国相继开展了国家自然科学基金面上、重点、重大项目以及国家重点基础研究发展规划 (973) 项目, 其中尤以在黄东海执行的“973 项目最为成熟。黄东海项目围绕浮游动物中的中华哲水蚤与鳀鱼这条主线, 对黄东海生态系统进行了成功的多学科交叉研究, 其研究成果直接或间接地为我国近海渔业管理提供了思路。最难得的是, 不同于国际 GLOBEC 计划, 根据黄东海的特性, 此项目把营养盐及其它生源要素的循环作为 6 个关键科学问题之一来重视对待。

为了我国近海生物资源的可持续发展, 有必要更深入地认识我国近海食物网的功能和作用。结合我国近海海洋生态系统的特点和国际上对海洋生态系统研究的深化理解, 我们应积极研讨如何响应 MBER 的启动, 并争取早日付诸实施。

参考文献 (References):

- [1] Field J G, Hempel G, Summerhayes C P, eds Oceans 2020: Science, Trends, and the Challenge of Sustainability [C]. Washington DC, USA: Island Press, 2002.
- [2] Hall J. MBER Science Plan and Implementation Strategy (Draft, January 15 2004). IGBP Secretariat [EB/OL]. <http://www.igbp.kva.se>, 2004.
- [3] IGBP Science 4, Global Change and the Earth System: A planet under pressure. IGBP Science Series [EB/OL]. <http://www.igbp.kva.se>, 2001.
- [4] Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC). Ocean Science for the Year 2000 [R]. Paris: UNESCO, 1984.
- [5] OEUVRE (Ocean Ecology: Understanding and Vision for Research). Report of a Workshop held by US National Science Foundation at Keystone, Colorado, 1-6 March 1998 [EB/OL]. http://www.joss.ucar.edu/joss_psg/project/oce_workshop/oeuvre/topics.html, 1998.

A NEW D IRECTI ON FOR CHINA 'S RESEARCH ON MARINE ECOSYSTEMS — I nternational Trend and National Needs

SU Ji-lan¹, TANG Qi-sheng²

(1. *Second Institute of Oceanography, SOA, Laboratory of Ocean Dynamic Processes and Satellite Hangzhou*
310012, China; 2. *Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Laboratory of Sustainable*
Utilization of Marine Fisheries Resources, Qingdao 266071, China)

Abstract: As the world turns to the 21st century, new initiatives in marine scientific endeavors have been taken at several fronts. Many oceanographic disciplines have conducted workshops, reviewing their past advances and projecting their future development. Major international marine research programmes have updated their goals and research objectives, analyzing their past achievements and in light of the needs of the world humanity. China has also drafted a strategy study of the science and technology development for its long-term national plan, in response to the goal of "Building a Modest Prosperous Society in All Respects". In this paper, we discuss the a new direction for China's research on marine ecosystems, based on considerations of the trends of the ocean sciences, the societal needs in view of China's economic development, and the integration steps taken by major international research programmes.

Key words: Marine ecosystems; Biogeochemistry; Basic research; China