

第362次香山科学会议主题评述报告

全球变化下动荡的中国近海生态系统

中国科学院海洋研究所 孙松 国家海洋局第二海洋研究所 苏纪兰 中国水产科学研究院黄海水产研究所 唐启升

我国近海生态系统具有独特的资源和地缘优势,是我国沿海经济带的重要支撑,也是实现蓝色经济发展战略的核心区域,其服务功能对沿海地区的经济社会发展起着决定性的保障作用。全面认识、开发和保护海洋是我国21世纪的重要战略。2009年4月,中共中央总书记、国家主席胡锦涛视察山东时提出“要大力发展海洋经济,科学开发海洋资源,培育海洋优势产业,打造山东半岛蓝色经济区”,把发展海洋经济提升到了前所未有的高度,清楚地表明了我国发展海洋经济、建设海洋强国的决心和战略。

目前,我国沿海地区以13%的国土面积承载了40%多的人口,创造了60%以上的国民经济生产总值,近海生态系统已成为国家缓解资源环境压力的核心区域。我国在开发利用海洋、发展海洋经济方面已取得举世瞩目的成就,海洋渔业、海水养殖业、观光旅游业等已成为我国沿海国民经济发展的重要增长点,为沿海经济和整个国民经济的发展做出了重要贡献。但近海也同时面临着全球变化多重压力的严峻考验,沿海经济的未来发展将越来越依赖于海洋环境保护和生态系统的可持续发展。

海洋生态灾害频发 危害严重

近50多年来,我国近海生态系统在多重压力胁迫下发生了很大的变化。海洋生态灾害发生的频率与种类不断增加,除有害赤潮外,水母灾害也非常严重。值得注意的是,我国近海暴发的水母并不是人们经常食用的海蜇(水母的一种),而是利用价值低或根本不具备利用价值的沙海蜇。海水母和霞水母等,水母灾害严重危害了海洋生态系统的服务功能,为我国近海生态系统的健康状况敲响了警钟。自2007年开始我国近海又多次出现浒苔暴发的现象,浒苔消亡过程中产生的次生灾害也给近海生态系统健康带来了新的威胁。

在海洋生态灾害中,水母的问题应该引起高度重视。水母在海洋生态系统

中处于“盲端”地位,很少有生物能够以水母为食,但水母却能够摄食大量的浮游动物,与鱼类进行食物上的竞争;不仅如此,水母还能够通过身体的刺细胞系统,杀死大部分它们所碰到的小型生物,包括鱼类的卵和幼体,导致海水中其它生物的大量死亡。

由于水母在海洋生态系统中的特殊地位,一旦水母成为海洋生态系统中的主导生物,整个海洋生态系统的结构和功能将会发生根本性的改变,海洋生态系统将会从以硅藻—甲壳类浮游动物—鱼类为主的生态系统,转变为以甲藻—原生动物和微型浮游动物—水母为主的生态系统。这一转变的后果是对人类至关重要的海洋渔业资源将会受到毁灭性的打击,其他海洋生物资源亦会受到重创,海水中的毒素、有毒生物和低氧区等将会变得越来越多,最终导致海洋生态系统失去恢复力,给整个海洋生态系统造成巨大灾难,给食物安全、海洋经济、人类健康和社会稳定带来严重后果。

水母暴发所造成的灾害在国际上已经引起高度关注。白令海、黑海、地中海、纳米比亚、南非西海岸、墨西哥湾及南大洋等全球不同海域,均有水母暴发现象的报道,水母暴发给当地经济和生态造成了严重的损失。在挪威,水母已经被列为影响养殖、渔业、旅游业等国家经济支柱产业的重要因素之一。自2000年开始,大型水母在日本海的暴发导致渔业资源和整个捕捞业崩溃,部分区域渔民收入减少了80%,并由此引发了一系列的经济和社会问题。

自20世纪90年代中后期开始,我国渤海、东北部和黄海南部海域相继出现了大型水母暴发的现象。近年来我国东海、黄海的水母暴发规模和频率呈现逐年加重的趋势,严重地影响了东海、黄海夏秋汛的海洋渔业生产,使得原本就已匮乏的渔业资源更是雪上加霜。我国近海生态系统是否会由于水母数量的持续增多而导致整个生态系统结构与功能发生转变,进而危及整个生态系统的健康是我们亟待解决的问题。



会议执行主席(前排右起)孙松、吴德里、王清印、乔方利

近海生态系统结构与功能变化加剧

不同类型海洋生态灾害的发生实际上是海洋生态系统结构与功能演变,乃至结构转换(Regime shift)的表现形式之一。通过生态灾害这种表现方式,我们必须意识到我国近海生态系统的结构与功能已经发生了变化。主要表现为近海富营养化及营养盐结构失衡;浮游植物、浮游动物及底栖生物的种类组成和分布格局发生了显著改变;渔业生物小型化、早熟化趋势明显,种类组成发生变化,生态系统产出质量下降。

随着社会经济的快速发展,过量的外源营养物质不断被输入我国近海,打破了近海生源要素循环的平衡,导致氮、磷营养过剩及其结构的失调,我国近海许多海域海水氨磷比已高达100以上。近30年来,渤海浮游植物群落结构由硅藻占绝对优势,逐步演变为硅藻和甲藻共同占优势。长江口近50年的资料显示,浮游植物群落的物种组成、丰度及优势种发生了很大的变化。甲藻类生物在浮游植物群落中所占比例大增,而硅藻比例下降。长江口邻近海域的大规模赤潮优势种亦呈现出从硅藻到甲藻的演变趋势。最近10年,长江口

及毗邻海域浮游动物群落结构发生了明显变化,浮游动物中水母类丰度比例从2003年开始逐渐上升,而桡足类丰度比例却呈现下降趋势;某些海域浮游动物小型化的趋势亦很明显。

在多重压力的影响下,我国近海渔业资源也发生了很大的变化,例如大黄鱼和中国对虾资源枯竭,鳊鱼资源衰退,许多优质鱼种已经无法形成鱼汛,而一些经济价值低的小型鱼类的数量却有所增加,一些研究表明,我国近海渔业资源衰退的趋势将有所减缓。种种迹象表明,我国近海生态系统的健康状况不容乐观,近海生态系统一旦发生结构和功能上的转变,将很难在短期内恢复并将会导致一系列的资源、环境、经济和社会问题。

导致近海生态系统动荡的原因非常复杂

引起我国近海生态系统动荡的因素非常复杂,全球气候变化可能起到了很大作用。从全球气候变化可能的影响来看,全球变暖已使我国近海呈现明显增温趋势,极端天气事件增多。另外,气候的波动通过海、气两个途径影响近海的环流路径、层化强度和锋面分布,物理

环境出现了明显波动,这种波动通过影响营养盐、浮游生物的输送通道,对低层食物网的结构产生了较大的影响,进而影响了近海生态系统的稳定性。全球变暖也使海洋生态系统的分布格局发生改变,并最终影响到上层渔业资源的产出。近30年来的分析结果表明,我国近海的海表温度已经上升了1度左右,在局部海区升温超过1.5度,是整个太平洋升温最显著的区域。

全球变暖也可能有利于一些水母种类的增长。海表温度升高能够促进水体层化,鞭毛虫能够从营养盐贫乏的表层水进入营养盐丰富的深层水,从而在优势上能够竞争过硅藻。温度升高还能促进水母生长和碟状幼体的产生。已有证据表明,过去50年间北大西洋的水母暴发与温度升高有关,较暖的年份水母较多。此外,气候变暖也能够扩大热带水母向亚热带和温带地区的分布。全球变暖与我国近海生态灾害的发生是否存在必然联系,尚需要进一步研究证实。

人类活动对我国近海生态系统的影响更为显著。人类活动的影响主要来自以下几个方面:(1)渔业活动,包括过度捕捞与海水养殖;(2)海洋开发活动,包括填海造地、海岸带开发活动等;(3)陆源污染排放,包括工业废水、农业废水、城市生活废水排放的影响等。以近海富营养化为例,随着富营养化程度的加剧,造成一些海域营养盐组成和比例发生了很大的改变。自20世纪80年代起至21世纪初的近30年间,我国近海海水中总溶解无机氮平均浓度明显上升,而磷酸盐浓度变化不大,硅酸盐浓度呈下降趋势,导致海水中氮磷比(N/P)和氮硅比(N/Si)不断升高。

已有研究表明,在高氮磷比或高氮硅比条件下,甲藻对硅藻具有明显的竞争优势,这种环境更有利于水母的生长繁殖;而水母作为肉食性浮游动物,主要以浮游动物以及鱼卵仔鱼等为食。水母暴发时捕食大量的浮游动物,进而降低了对浮游植物的摄食压力,最终可能引起藻华暴发和浮游植物群落结构的变化。因此,不同海洋生态灾害的发生

可能并不是孤立的,彼此之间可能会存在千丝万缕的联系。

与此同时,藻华衰退可降低水体的溶解氧含量,而水母相对其他海洋生物则能够耐受较低的溶解氧,这将进一步加剧水母数量的增加,这种情况的产生被认为是一种严重危害生态系统的正反馈效应。因此,作为食物链最基础的营养盐的水平与结构的变异,可导致近海生态系统初级生产、次级生产以及渔业资源生物类群的重大变化。近年来我国渤海、黄海和东海以及日本、韩国沿海的水母暴发、鱼虾资源减少、局部海洋出现的低氧现象等都可能与富营养化、营养盐结构失衡引起浮游植物群落结构改变、甲藻类赤潮生物异常增殖所引起的食物链演变有关,这些变化必然会引起整个近海生态系统结构与功能的改变,进而影响近海生态系统资源产出与可持续健康发展。

加强基础研究 保障近海生态系统可持续发展

从生态系统健康、生态灾害等方面来看,我国近海整个生态系统处于动荡状态。弄清楚是什么原因导致了生态系统的动荡,取决于我们对近海生态系统结构、功能和演变与机制的了解,需要进行大量深入细致的研究工作。

为此,在已有研究的基础上,需要进一步深入研究全球变化影响下我国近海生物种类组成与分布格局的变化,基础生产力的变化;研究大规模海洋生态灾害如水母灾害发生的机制、关键的生态学过程及其资源环境效应;研究和评估我国近海生态系统健康状况,并加强生态系统整体水平上的整合研究与未来发展趋势的预测研究。通过加强对海洋生物地球化学循环与生态系统相互作用的关键过程的研究,将有助于我们认识海洋酸化、富营养化和过度开发利用等对近海生态系统服务功能和食物网的影响程度及其适应性调控机制,为我国海洋可持续发展提供生态系统的管理决策提供科学依据。



孙松研究员做评述报告

第362次香山科学会议简介

近海生态系统是缓解我国资源环境压力的重要地带,是实现蓝色经济发展战略的核心区域。随着科学技术的发展和人类社会的进步,近海在世界沿海各国的战略地位日益突出。在全球气候变化和人类活动的共同影响下,我国近海生态系统发生了很大变化,海洋生态灾害发生的频率与种类不断增加,范围不断扩大,危害程度日渐加剧。除有害赤潮外,水母、浒苔等海洋生物种群异常生长所诱发的生态灾害愈发严重,对近海生态系统的服务与产出功能产生了重大影响,这些都引起了人们对我国近海生态系统安全和健康的普遍关注。

究竟是什么原因导致这些生态灾害的发生?我国近海生态系统健康状况如何?未来发展趋势如何?怎样应对全球气候变化和人类活动对海洋生态系统的影响,应该采取什么样的对策和措施来保护我国近海生态系统的健康等,成为我们当前迫切需要进行深入研讨的问题。

为了解我国近海生态系统的健康状况与演变规律,剖析成因,提出应对措施,为保障我国近海生态系统的可持续发展提供科学依据,2009年12月1日~3日,以“全球变化下动荡的中国近海生态系统”为主题的第362次香山科学会议学术讨论会在北京香山饭店举行,本次会议由中国科学院海洋研究所发起,中国科学院海洋研究所所长孙松研究员、中国海洋大学校长吴德里教授、中国水产科学研究院黄海水产研究所所长王清印研究员和国家海洋局第一海洋研究所所长乔方利研究员共同担任会议执行主席。

来自全国高等院校、科研院所和管理部门的40余位专家学者应邀出席学术讨论会。大会围绕(1)中国近海生态系统现状分析;(2)自然变化对近海生态系统的影响过程与机制;(3)人类活动对近海生态系统的影响过程与机制;(4)应对措施等中心议题进行了评述报告、专题发言和深入讨论,为保障我国近海生态系统可持续发展建言献策。(本版摄影图片由孙晓霞提供)

第362次香山科学会议简报(摘要)

围绕“全球变化下动荡的中国近海生态系统”,国家海洋局第二海洋研究所苏纪兰院士和中国水产科学院黄海水产研究所唐启升院士分别作了题为《我国近海生态系统恶化的表现因素》和《多重压力胁迫下的近海生态系统及其变化机制》的主题评述报告。

苏纪兰院士指出,近海生态系统近几十年来普遍退化、恶化,甚至全球其他的生态系统;由于当前对海洋生态过程认识不足,难以预测生态系统的变化响应,因而无法制定有效的监测系统,不能提出有效的保护生态与环境的政策。报告认为海洋生态系统的变动、海洋环境的变化和海洋生态灾害的发生都不是偶然的,与海洋生态系统的结构、功能密切相关。

唐启升院士进一步剖析了过度开发利用、富营养化、气候变化等对近海生物资源的影响,并指出在全球变化影响下,我国近海生态系统的服务功能和产出功能发生了前所未有的剧烈变化,这些变化具有多种压力因素彼此交织,难以甄别和预测等特点,给海洋生态系统可持续发展和科学管理带来了困难。

在主题评述报告的引导下,与会专家围绕(1)中国近海生态系统现状分析;(2)自然变化对近海生态系统的影响过程与机制;(3)人类活动对近海生态系统的影响过程与机制;(4)应对措施等四个中心议题展开了深入的交流和研讨。

(一)中国近海生态系统现状分析

围绕“中国近海生态系统现状分析”这一中心议题,中国海洋大学校长吴德里教授作了题为《我国近海环境变化与生物种群结构变动》的评述报告,报告指出我国近海及邻近海区是太平洋海区过去30多年温度升高最显著的区域,同时,近海污染趋势加重,营养盐结构失衡,两大河流的径流量和输沙量存在节律变化。浮游生物分布格局发生改变



第362次香山科学会议会场

变,浮游动物种类大量出现,大型底栖生物群落结构及分布格局发生年代际变化,暖水性鱼类比例增加。

中国科学院海洋研究所袁东亮研究员进一步强调,在全球气候变暖的大背景下,海洋如何通过自身过程调整影响全球气候变化是一个值得关注的科学问题。中国海洋大学刘光兴教授通过阐述北黄海浮游动物群落结构及其变化以及黄海、东海典型水域浮游动物群落及其与水系的关系等方面的研究成果,认为与1958年全国海洋综合调查相比,现在所记录的浮游动物种类数明显增多,其中水母类、桡足类种类数增加最为明显。

与会学者进一步讨论认为,我国近海生态系统非常重要、多变和复杂,尤其是近年来生态灾害频发,加强我国近海生态系统变动机制研究迫在眉睫;通过研究认识我国近海生态系统的变化机理与过程至关重要;全球气候变化对我国近海生态系统的影响非常显著,需要综合考虑全球变化引起的物理、化学、生物方面的变化。必须重视物理、化学和生物过程的耦合;必须重视海洋生态系统健康及其评价,针对不同生态系统环境容量,确定健康指标和阈值;此外,还应关注生态系统变化对人类社会的影

(二)自然变化对近海生态系统的影响过程与机制

围绕“自然变化对近海生态系统的影响过程与机制”这一中心议题,中国科学院海洋研究所所长孙松研究员在题为《全球变化对海洋生态系统的影响》的评述报告中,首先综述了当前国际上关于全球变化对近海生态系统影响的最新进展。他认为从国家需求、国际影响、关键科学问题等方面进行考虑,我国在富营养化与有害赤潮发生机制方面正在开展系统的研究,在今后应该在水母暴发机制方面开展相关的研究,这方面的研究不仅具有区域性的特点,也是一个全球性的问题。需要解决的问题包括:水母暴发的基础生物学问题,包括生活史中不同阶段的发育过程与环境要素之间的关系;暴发的关键过程,包括全球气候变化所导致的物理环境、化学环境的改变以及人类活动的影响;理论依据和预测

模式的建立。解决资源和环境问题(生态灾害的问题)的核心是生态系统结构与功能的问题。

天津科技大学魏皓教授从物理海洋学的角度指出,海洋动力学过程对近海生态系统的结构和功能起着重要的支持和调节作用。对于我国近海生态系统研究应该从动荡主因、灾变机制、变化趋势等几个方面入手,研究我国近海海洋过程的变化及其对近海生态系统的影响过程与机制。在海洋化学方面,中国科学院海洋研究所宋金明研究员认为,营养盐结构变化、氮磷比失衡是引起我国近海生态系统结构与功能变化的重要原因之一。

厦门大学黄邦钦教授进一步分析了全球变化对浮游植物群落结构的影响,指出在全球变化的影响下,浮游植物生物量和群落结构已发生明显的变化,但变化趋势依海区不同而异,其中的驱动机制以及由此引发的生态灾害机理尚不清楚。因此,必须以长期连续观测的手段开展生态系统动态变化研究,并从生物功能群角度研究群落结构、变动机制及其与食物网异常的关联,从而加深对海洋生态系统演替机制的认识。

(三)人类活动对近海生态系统的影响过程与机制

围绕“人类活动对近海生态系统的影响过程与机制”这一中心议题,中国水产科学院黄海水产研究所所长王清印研究员在题为《人类活动对近海生态系统的影响过程与机制》的评述报告中指出,当前渔业活动、海洋开发活动、陆源污染等人类活动对我国近海生态系统造成了重大影响。海水养殖业只有在与近海生态系统的结构、功能和服务特点相协调的情况下才能实现可持续发展,发展生态系统水平的海水养殖业是必然的选择。他指出科学认识与阐明近海生态系统的变化、影响过程以及作用机制等关键问题是海洋产业发展的根本保障。

黄海水产研究所方建光研究员探讨了海星暴发与海水规模化养殖的潜在关系。国家海洋局第一海洋研究所朱明远研究员认为,21世纪我国沿海赤潮呈现出了一些新的趋势,包括甲藻赤潮比例增加,有毒赤潮比例增加和发生大规模大型藻类浮游植物等,他同时指出需要对我国近海生态系统演变机制进行深入研究。

与会学者认为,人类活动对我国近海生态系统的影响可能更加重要,过度捕捞、海岸带破坏、栖息地破坏对近海生态系统造成的影响显著。一方

面,过度捕捞导致一些经济鱼类(如小黄鱼等)小型化、低龄化和早熟化;另一方面,近海富营养化已成为严重的环境问题,水母等生态灾害的发生与近海富营养化之间的关系,氮磷比的变化与浮游植物组成改变之间的关系,以及浮游植物组成改变对浮游动物功能群变动的影

(四)应对措施

围绕“应对措施”这一中心议题,国家海洋局第一海洋研究所所长乔方利研究员在题为《加强过程理解,提高预测能力:模式发展与应用》的评述报告中指出,最近几年频发的赤潮、绿潮、水母暴发等海洋生态灾害表明,我国近海生态系统呈现出恶化趋势。为保证我国海洋资源的可持续利用和海洋生态系统的可持续发展,恢复和提高海洋生态系统健康水平,保障海洋生态安全,需要尽快从物理海洋、海洋生物和海洋化学等多方面着手开展跨学科研究。加强对中国近海海洋生态过程的理解,并在此基础上逐步建立海洋生态数值模式和预警系统,提高对海洋生态变异的应对能力,实现对海洋生态环境的准确预测和有效管理。

美国波士顿大学周朦教授结合美国和日本海洋观测系统的设想和物理—生物模型的发展,结合中国国情以及环境、生态和经济发展需要,对海洋物理化学生物过程的时空尺度、传感器、现有的理论和模型进行了分析,讨论了在现有知识和技术条件下建立海洋观测网络系统应注意的问题。

与会专家指出,中国的情况显然与国外不同,需要构建适合中国近海生态系统的、预测长期的变化趋势,而生物、化学等方面观测参数的缺乏,是当前限制模式发展的重要原因。因此,海洋观测方面需要引进新技术,要进行全面的、长期的观测,保持观测的连续性和整体性,这样才能说明整个近海生态系统是如何动荡的。

(五)总结与建议

在3天的会议期间,与会专家围绕“全球变化下动荡的中国近海生态系统”的四个中心议题进行了深入的交流和探讨,提高了对我国近海生态系统现状、变动及关键过程的认识,凝练出若干新的学术思想。

主要内容包括:我国近海生态系统提供了丰富的生物资源,为我国沿海经

济发展至关重要,是实现我国蓝色经济战略的重要地带,但我国近海生态系统处于不稳定状态,特别是近几年来一系列生态异常现象的出现,使我们对海洋生态系统的健康状况产生了忧虑。赤潮发生的频率和规模有增无减,浒苔、海星、大型水母的暴发以及养殖生物的大量死亡等一系列生态灾害的发生,显示出海洋生态系统处于“动荡”状态。认识这些生态灾害孕育、发生、发展、演变、时空分布规律和致灾机理是我们亟待解决的重要科学问题。针对目前研究现状,尽管已经获得了一些资料,但是缺乏系统性,许多关键过程尚不清楚。

在全球气候变化的大环境下,我国近海海水温度出现上升趋势,局部区域上升幅度比较大,环流与水团结构发生较大调整,物质输运路径发生较大变化;近海水体水质持续增加,生源要素的结构发生了很大的变化;近海生态系统中浮游植物数量增加,生物多样性也有增加的趋势,但生物种类组成也发生了很大的变化,一些热带和亚热带浮游动物的分布范围向北推移,渔业生物小型化、早熟化趋势明显,且种群组成发生变化。上述变化导致海洋生态系统结构与功能的变化,这些变化的范围和程度是否会影响到海洋生态系统的健康,或导致海洋生态灾害的发生目前还不清楚。

我国近海水母数量的增多,对海洋生态系统安全造成很大威胁。由于水母在海洋生态系统中的特殊地位,一旦水母成为海洋生态系统的优势种,将会使整个海洋生态系统的结构与功能发生根本性转变,海洋生态系统会从以硅藻—甲壳类浮游动物—鱼类为主的生态系统,转变为以甲藻—原生动物和微型浮游动物—水母为主的生态系统,并会成为一个相对稳定的格局,整个生态系统的服务与产出功能也会随之改变。这样的格局一旦形成将很难进行恢复,关键是要采取相应的措施,避免这种不可挽回的局面形成。

综上所述,应该从整个生态系统的结构与功能研究入手,研究生态系统中食物网结构、基础生物生产过程、生态系统中关键生物功能群的基础生物学、生态学和生态水母等海洋生态灾害发生的基础生物学。重点研究导致海洋生态系统结构与功能变动的关键驱动过程,从物理海洋学、化学海洋学和生物海洋学等多学科交叉研究的角度,揭示我国近海生态系统健康状态和生态灾害发生机制,为维护海洋生态系统健康提供科学依据。