

黑海放射生态学研究:来自罗马尼亚的报告

罗马尼亚海洋科学家

参与了监测黑海海洋环境的许多国内和国际项目

Alexandru Bologa

黑海是一个半封闭无潮汐的海盆,周围有6个国家。由于它有独特的物理、化学和生物学特性,所以被认为是一个“天下无双的水生生物学宝库”。与其他任何海洋不同的是,黑海在水深150—200米以下长期缺氧。

黑海的放射性水平一直是沿岸国家和参与各种国际海洋学考察航行的组织仔细研究的课题。在1986年切尔诺贝利事故后,罗马尼亚象其他许多国家一样,对黑海放射生态学的兴趣增加。研究工作包括对非生物和生物复合体的放射性调查及海洋环境中放射性核素的生物动力学实验。

在罗马尼亚,此项研究工作具有特别重要的意义。监测放射性水平之所以必要,主要是因为放射性落下灰仍然存在、有多瑙河流过以及使用核能发电的前景。多瑙河在流入黑海前是沿河7个国家的放射性废物的主要接纳者;这条河的径流如此之大(占流入黑海的全部淡水的80%),以致也可以影响海洋生态系统的放射性污染状况。随着罗马尼亚切尔纳沃达核动力厂的建成,未来的核能利用——尽管有各种保证——也将是能影响环境的放射性废物的另一种可能来源。

本文重点介绍罗马尼亚对黑海海洋环境的研究,以及该国参加有关的地区项目和国际项目的情况。

Bologa 先生是一位生物学家,现任罗马尼亚海洋研究所(B-dul Mamaia Nr. 300, Constantza 3, Romania RO-8700)主管科研的副所长。

国内的研究活动

1962年以来,各种各样的实验室一直在零散地研究黑海罗马尼亚区段的某些环境组分的放射性。自1978年开始,罗马尼亚海洋研究所(RMRI)着手利用设置在多瑙河入海口、罗马尼亚海岸南端及偶而远至离岸90海里的近海之间的永久性站网,系统地进行该国的海洋放射性研究。1983年前,这一工作是与芬丹尼医院放射生物学实验室一起进行的,后来又与气象及水文研究所环境放射性实验室密切合作。此项监测计划建立了内容广泛详尽、时间跨度达10年以上的数据库。

目前正在进行的此项监测工作的目标之一,是在新建核动力厂开始运行前确定海洋环境中的放射性水平基础值;另一目标是找出研究海洋生态系统放射性污染用的生物指示物,以及用实验方法测定关键放射性核素在对环境和人体健康具有直接或间接影响的海洋生物群与生物系统中的可能累积水平。

这项研究的主要任务包括建成海洋放射性水平数据库。数据将用于系统地研究海洋沉积物和海水之间的分配系数,以及本地区有关物种的浓缩因子。浸泡在海水中(或)食用海鲜会引起海洋放射性照射,对于这种外照射和内照射造成的个人剂量和集体剂量也正在进行评估。

一直在按月、季和半年的间隔连续收集沉积物、海水和生物群(包括巨型水生植物、软体动物以及底栖与中上层鱼类)样

品。对于所有海水样品,还测量了它们的诸如温度、含盐量、pH值和O₂浓度等物理—化学参数。研究人员可以从这项工作中求得沉积物、海水及生物群的β总活度和γ放射性,某些放射性核素在海水与沉积物之间的分配系数,以及海洋生物群的浓缩因子。

研究结果揭示,某些海藻对铀—钍和钍系的放射性核素的浓缩因子比较大。此项研究还在不同的无生命和有生命的海洋组分中发现了裂变产物(来源于早期大气层核试验及切尔诺贝利事故的环境污染)浓缩现象。

一些国际组织曾在1986年切尔诺贝利事故后规定了食物制品中铯—134和铯—137的最大允许限值。鉴于这两种同位素的重要性,它们受到了罗马尼亚研究人员的特别注意。曾重点地计算过面对多瑙河入海处的那一片黑海中的沉积物和海水的铯—137浓度。

还估算了不同黑海生物群的铯—137环境浓缩因子。在黑海的罗马尼亚区段,1987年在海水和鱼类、1988年在巨型水生植物和软体动物及1990和1991年在沉积物中,分别测得了铯—137的最大值。

沉积物和海水的铯—137与铯—134同位素比值证明,切尔诺贝利事故是造成罗马尼亚海滨放射性污染的根源。此外,与1986年相比,此处的所有环境组分(沉积物、海水和生物群)的人工γ放射性核素的含量持续下降。1990—1991年期间,下降速率比上一年减慢。与海水相比,沉积物的铯—137浓度下降得慢一些,这证实沉积物能浓缩放射性核素。

黑海这一区段中的食用海洋生物群(鱼类和软体动物)的铯—134和铯—137的最高浓度,低于联合国粮农组织于1987年和随后各年给食品规定的最大允许水平。

对在黑海罗马尼亚区段连续记录到的γ放射性数据的分析表明,有必要进一步调查和监测黑海中的关键放射性核素。这项工作将有助于了解这些放射性核素的生物地球化学循环方式,以及它们对人体健康

的放射学影响。

研究人员用实验方法导出了生物群对罗马尼亚黑海沿岸生态系统中的铁—59、钴—60、锌—65、铈—85、铈—89、碘—131和(或)铯—134的浓缩因子。业已证明,下述生物是由这些放射性核素中的一种或几种引起的海洋污染的潜在生物指示物:苔菜指示铁—59和锌—65, *Cystoseira barbata* 指示铈—89和碘—131, *Mytilus galloprovincialis* 和海螂蚤级指示铁—59和锌—65。这三种双壳类软体动物,对钴—60污染的浓缩因子一般较低。

参加国际项目

尽管罗马尼亚在国际交往方面长期(特别是最近十年期间)处于落后状态,但RMRI在海洋科学领域一直与国际原子能机构(IAEA)保持着密切的联系。1987—1992年期间,RMRI曾在IAEA的一项研究合同名下开展工作,内容是借助γ谱仪监测采自黑海罗马尼亚区段的海水、沉积物和生物群样品的放射性水平。这项研究合同使国际上能分享有关的成果,即黑海西部海域非生物组分(沉积物和海水)和生物组分(海藻类、软体动物和鱼类)中的某些天然和人工放射性核素浓度方面的成果。

从1987年一直到1992年,对所收集的所有样品中的铯—137及大多数样品中的铯—134持续进行了监测。因此这就有可能,举例来说,跟踪铯—137浓度随时间的变化。(见下表。)

这项工作取得的某些成果,也有

采自黑海罗马尼亚区段的环境样品的铯—137浓度

	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
显露沉积物	18.9	11.5	15.5	13.3	21.5	10.7
水下沉积物	247.0	25.2	—	55.0	24.2	—
海水	0.13	0.10	0.09	0.07	0.08	0.06
巨型水生植物	4.6	7.1	5.2	3.4	1.9	1.4
软体动物	3.2	3.3	2.8	1.3	1.5	1.2
鱼类	11.0	4.3	5.1	4.0	3.9	3.5

注:沉积物的值以贝可/千克(干样)计;海水的值以贝可/升计;巨型水生植物、软体动物和鱼类的值以贝可/千克(鲜样)计。

助于罗马尼亚参加 IAEA 摩纳哥海洋环境实验室 (IAEA-MEL) 的一项协调研究计划。该计划主要研究海洋环境中放射性的来源,以及它们对海洋放射性所引起的总剂量估计值的相对贡献。从罗马尼亚历年监测海水和食用海洋生物群中发射 γ 的放射性核素的浓度所获得的数据,在该计划中被用于估算因浸泡在黑海海水中(或)食用黑海鱼类而引起个人和集体的外照射和内照射剂量。1986年,由于浸泡在海水中(100小时)而接受的外照射总剂量不超过 2.5 微希/年(全身)和 93.6 微希/年(皮肤)。1987年和 1988年的相应数值低一个量级。内照射剂量是用直接和间接方法估计的;总的内照射剂量低于 IAEA 推荐的剂量限值。

罗马尼亚还参加了许多地区性和国际性的计划,其中包括国际地中海科学考察委员会 (ICSEM) 的地中海放射性总量 (GIRMED) 计划。这项计划始于 1988 年,并包括对黑海的研究。此外,罗马尼亚正在与黑海海洋科学规划合作组织 (CoMSBlack) 一道工作。该组织是一个非政府性组织,1991 年成立。由于所有黑海沿岸国家都有一定规模的本国计划,因此 CoMSBlack 的一个重要目标是必要时对这些项目进行协调,以便充分利用有限的资源和为此类研究制定共同的标准。从这个地区的角度看,CoMSBlack 将会设计出更有效的监测布局,使所有黑海国家都能参加,而无须担忧海洋边界的限制。

在这项计划的范围内,罗马尼亚 RMRI 的海洋科学家于 1992 年 8 月参加了 R/V *Professor Vodyanitsky* 号船的一次科学考察航行。这次对黑海西北部的科学考察航行是由乌克兰塞瓦斯托波尔的南海生物研究所、美国伍兹霍尔海洋研究所及美国环保机构共同组织的。其主要目的是要在第聂伯河和多瑙河入海口外的黑海西北部海域进行海洋学和放射生态学研究。研究人员调查了这些河流的径流、放射性核素的垂直迁移,以及长寿命放射性核素(主要是铯-90 和铯-137)在沉积物和生物群中的

累积情况。这次考察曾特别注意参加测量沉积物和海水样品中有关放射性核素的各实验室之间的相互校准演练。此外,还提供了技术援助和培训。

示踪技术在黑海研究中的应用

RMRI 还正在根据一项在黑海的多种过程和污染研究中应用示踪技术的研究计划,同 IAEA-MEL 一道工作。该计划的科研范围是,加深对黑海中的循环过程及影响污染物输运和去向的多种物理、化学和生物过程的全面了解。它还将调查,如何使测量环境同位素的方法能够用于评估黑海环境中海洋污染的来源、趋势及影响。

对于研究水体的物理循环,提供有关海洋污染物输运动力学的信息及监测环境的变化,核技术提供了一种独特的方法。目前正在将一系列具有不同半衰期、化学反应性和追根求源功能的放射性示踪剂引入该项工作。将根据可获得的适用仪器仪表/专门人才情况,使用不同类型的若干种化学示踪剂。有可能在黑海中使用的化学示踪剂的典型例子包括:切尔诺贝利事故产生的那些放射性核素;天然存在的铀和钍衰变系的放射性核素;碳、氢和氧的稳定同位素;超铀元素的化学类似物(如稀土元素);以及别的新颖化学示踪剂。最终获得的数据将为评估、模拟及预测黑海海洋污染的影响提供良好的条件。因此,它将为改进区域环境管理奠定基础。

此类成果也可在由全球环境机构主持制定的国际黑海环境管理和保护计划范围内被使用。该计划是由联合国环境规划署、联合国开发计划署和世界银行,于 1992 年在罗马尼亚康斯坦察举行的学术会议期间发起设立的。其目的是支助在海岸带整体管理框架内进行的分析及各种活动,直接涉及到保护自然,保护人体健康、农业、渔业和旅游业。

对罗马尼亚以及该地区其他沿海国家来说,该项目将给黑海的海洋研究增添重要内容。 □