

黑海生态系的演变*

相建海 杨宗岱

(中国科学院海洋研究所)

1984年12月初,根据中罗双方科学院协定,我们对罗马尼亚进行了为期两周的考察。在黑海之滨的美丽城市康斯坦察,受到了罗海洋研究所同事们的热情接待,在那里我们考察了罗马尼亚黑海沿岸生态系的研究工作。黑海向何处去?已成为黑海沿岸四国海洋科学工作者及所有有识之士共同关心的问题。

一、黑海简况

黑海是内陆海,东西长1187公里,南北宽613公里,面积42.4万平方公里,最深处2638米。历史上,黑海曾是一个淡水湖。九千年前,由于冰期变化,地中海水位上升,以博斯普鲁斯海峡与地中海接通,海水灌入黑海。由于海水密度大,沉入底部形成分层,影响了水体的垂直交换。有科学家估计,每年约有 2×10^{12} 克碳流入黑海,通过大气-海洋交换,氧的供应仅为 7×10^7 摩尔/年,这样只有1/3000左右的碳被氧化,黑海底部200米以下水层完全缺氧,充满硫化氢,除嫌氧细菌外,别无其他生物生存。

黑海区域气候多变,海水“喜怒无常”,故名黑海。黑海其上空可在短暂时间刮起160公里/小时暴风,而片刻之后又停息下来,通常波高是3—4米,转瞬间可剧增到12—13米。

黑海沿岸周围有苏联、土耳其、保加利亚和罗马尼亚四个国家,有六条较大河流注入,其中多瑙河注入的淡水占59%。河水带入的悬浮物每年多达1.5亿吨,由于蒸发量较高,常在海面上形成雾。海水盐度在17—19。

多瑙河流经八个国家,从位于黑海西岸的

罗马尼亚注入黑海。由于沉积作用,在黑海西边形成较宽的陆架。罗马尼亚海岸线共240公里左右,海岸多为沙质,间有岩石。北部是著名的多瑙河三角洲地区,南部人口稠密,为罗主要夏季旅游区。由于海流作用,多瑙河水入黑海后,从北向南流动、扩散,并与海水混合。

二、近年来黑海沿岸生态系的变化

近十多年来,罗黑海沿岸生态系发生了显著变化。固然,自然界条件存在千变万化,而生态系的变化主要是人类活动的日益增强所引起的,这些人为因素主要表现:(1)流入黑海的淡水化学组成发生变化;(2)港口兴建和航海事业的迅速发展;(3)工业及生活排污的加剧;(4)在海岸加固工程和防浪工程的兴建;(5)捕捞活动加强,尤其是底拖网具的发展;(6)对海沙日益增长的需要等。

气-水交换、河-海交换、地中海-黑海交换尽管始终存在,但平均每年黑海0.11%体积的水体才循环一次,而且循环的水仅限于上表层。这样,外界因子对生态系影响作用较大,加之正常的生态压力施加是不等的:黑海西北部所受影响最大,该区63900平方公里,占黑海总面积的15%左右。多瑙河对此处生态系变化具极重要作用。

* 本文承崔玉珩同志仔细审阅、修改,谨此致谢。

多年研究结果表明，导致罗黑海沿岸生态系统变化的主要原因是海水的富营养化。

1957—1958年多瑙河带入黑海的磷酸盐为907—3698吨，而1974—1975年磷酸盐注入量增高5—8倍，达29 300吨。1958—1959年多瑙河硝酸盐含量是0—1700微克/升，1977—1978年达450—3000微克/升，零值不复再现。营养盐浓度增加促使初级生产力提高。在苏联海岸，1961—1965年的浮游植物生物量最大不超过52克/米³，1975年却达420克/米³。罗马尼亚沿岸1982年用同位素¹⁴C（液体闪光计数器计数），测得初级生产力在0.5, 10米水层处，分别是5.2, 1.4, 1.0mgC·m⁻³h⁻¹。七十年代与五十、六十年代相比，初级生产力变化有如下几个特征：（1）生物量增加了5—10倍；（2）淡水来源的种类在藻类种类组成的比重增大了1/4—1/3；（3）地中海进入的种类所占比例增加；（4）优势种类由硅藻转变为双鞭藻。

更主要的特点是赤潮出现的势头加大，频率变快，形成水花的主要种是双鞭藻类的卵甲藻*Exuviella cordata*。五十至六十年代该藻类在罗沿海仅1千万个/升，现在超过1—2.8亿个/升。由于“水花”大量和频繁出现，死亡后造成二次污染，水体含氧量急剧减少，水透明度变低，导致了許多生物种类数量锐减甚至灭绝，尤其是造成底栖和浮游生物大量死亡。相反，耐污性种类特别是某些多毛类比重增加。以康斯坦察1975年“水花”前后底栖生物量的比较为例：1975年春，采到28种底栖动物，到秋天仅发现5种，而且主要是多毛类。底栖动物生物量减少了99.98%。五十至六十年代不多见的米列虫*Melinna palmata*现在大量出现。主要原因是“水花”过后，水体含氧量大幅度下降所致。

为了更好地认识和了解黑海生态系统的结构、行为和功能，罗海洋科学家认为，将生态系统进行剖析，逐一分析其组分（即各种理、化环境因子和生物本身）是非常必要的。在此基础上，才可能建立令人信服的数学模式。因多年来，他们对罗沿海的浮游生物、游泳生

物、沉水植物、大小型底栖动物的种类组成、数量分布、群落结构及其动态进程特别注意研究，因而对黑海海洋动、植物种类的变化了解得十分清楚。

在多瑙河河口，黑海大陆架曾有10 925平方公里的面积覆盖了一种被认为是海底丛林的育叶藻*Phyllophora*，其间栖息有大量动物。1963年估计育叶藻生物量达800—1000万吨，由于人类活动的干扰，八十年代该藻面积缩小为3000平方公里，生物量仅150万吨。相应地，栖息其中的动物也逐渐减少，有的已消失。

类似的情况也见于浅水岩岸生长的大型种子植物如大叶藻*Zostera marina*和日本大叶藻*Z. japonica*已经在罗沿海消失。七十年代初出现了一次严重冰冻，使囊链藻*Cystoseira*也大量死亡。1979年与1970年相比，仅存3%，据信其恢复已是不可能的了。

上述变化合乎逻辑的结果是底栖动物群落结构发生了极大改变。现在已几乎不可能再辨别出过去所描述的群落结构。以前底栖生物曾划分为4—5个界限分明的群落。现在，数量多、重量大的海螂*Mya arenaria*占了优势，相当多的种类如牡蛎*Ostrea sublamellosa*等不复存在，如地中海兰蛤*Corbula mediterranea*等锐减（从六十年代的112 000吨/658公里²减到1979年的470吨/460公里²），群落之间的界限已经消失，已成为难以再分的“连续带”。从生物演替的角度看，这种群落结构是极不稳定的，可望在不久的将来，底栖生物群落的结构与功能因环境改变而产生新的变化。

鱼的捕获组成也有类似变化，经济价值较高的鲭*Scomber scombrus*、鳟*Sarda sarda*几乎已在黑海消失殆尽，劣质鱼（鳀鱼、黍鲱等）增多。

与上述过程相反，一些外入生物由于在黑海找到适宜条件而大量繁衍。这些生物主要是随地中海海流经由博斯普鲁士海峡而来，也有部分随航海船只的压仓水带来。海螂*Mya arenaria*多毛类*Polidora ciliata*，兰蟹*Callinectes sapidus*以及红螺*Rapana*（*Ve-*

nosa) (据信是从中国带入), 就是其重要代表。由于黑海环境特别适宜于海螂生长, 其种群爆发性地繁殖生长, 达到相当高的密度和生物量, 某些地方可达2700个/米², 其生物量大约为1000克/米²。海螂大量繁殖使地中海兰蛤处于劣势。红螺是非常贪吃的种类, 因其在黑海中不存在天敌, 不仅在岩质海底占领地盘, 也在沙质海底迅速扩展。

海月水母 *Aurilia aurita* 数量变动也是黑海生态系发生变化的一个重要现象。1959—1962年, 黑海中大约有67万吨, 1978年, 单在0—10米等深线就有3亿到4.5亿吨, 即差不多每4米³水中即有一个海月水母存在, 而且约10%数量的海月水母不再是四侧对称, 而是两侧、三侧、五侧、六侧乃至七侧对称形。这也反映了黑海生态环境的变化。

三、黑海向何处去

黑海生态系的上述演化, 已引起科学家们的关切。控制人类盲目活动、减少污染、保护环境、维护黑海生态平衡的呼声越来越高。

罗马尼亚的科学工作者们, 一方面加强监测工作, 建立常年高密度的黑海环境监测网, 从水文、物理、化学、生物诸因素的变化, 密切注视黑海生态系的细小变化。另一方面, 以更积极的态度研究海水污染的治理, 尤其是对石油污染的治理。

勇敢的探索者们, 为恢复黑海生态平衡作出了不懈的努力。有些植物学家提出并试验了恢复罗马尼亚沿岸海藻的设想, 由于黑海冬季苛刻的气候条件, 使试验遭到失败; 水中的冰碴连同风浪象刮刀一样, 将栽培的藻类全部刷光。

治标不如治本。根本的作法是要有目的地控制人类活动, 减少黑海富营养化和污染。由于黑海是国际性海域, 多瑙河等又是国际河流, 国际间信息交流与合作也日趋频繁。为了以谋求共同利益, 黑海沿岸各国的海洋学工作者, 特别是海洋生态学家应当加强合作, 提出一个切实可行的, 改变黑海目前状况的计划。为此, 一些海洋学家提出了许多治理黑海生态系的宏大方案, 如罗马尼亚著名的海洋生态学家哥摩由提出以多瑙河口起沿黑海北岸建立一个大坝, 形成人造水库, 阻截多瑙河及苏联境内几条注入黑海河流的淡水。据信若黑海淡水注入量减少40%, 使盐度逐渐回升, 可以改善水体的垂直交换, 200年后, 硫化氢层可望控制在300米水深线以下, 生物种类便逐渐增多, 7000年后, 黑海的盐度可达32, H₂S层下降到800米水深线以下, 黑海的复苏即可变为现实。

当然, 上述方案的实现绝非易事。但理想与现实之间并没有不可逾越的鸿沟。

黑海向何处去? 全世界海洋工作者也在拭目以待。