

21 世纪海面上升对珊瑚礁岛屿的影响和对策

IMPACT OF SEA LEVEL RISE ON CORAL REEF ISLANDS AND STRATEGY IN THE 21 CENTURY

薛春汀

(青岛海洋地质研究所 青岛 266071)

中图分类号 P736 文献标识码 A 文章编号 1000-3096(2003)10-0032-03

大洋中的珊瑚礁岛屿包括环礁和台礁岛,无论珊瑚礁还是礁上的岛屿全部都是由生物成因物质组成,岛屿海拔高度通常在 4 m 以下,相当脆弱。环礁是由连续或不连续的礁缘组成,围绕着一个泻湖,礁缘上发育若干小岛屿。岛屿的大洋和泻湖一侧都有平缓的数十米至数百米宽的礁坪。台礁岛四周被平缓的大洋礁坪所环绕,岛内没有泻湖或者仅仅有很浅的不发育的泻湖。珊瑚礁岛屿是旅游度假的好去处,环礁是远洋捕渔的基地,又有着重要的战略地位,因而未来全球海面上升对于珊瑚礁岛屿的影响是受到关注的一个问题。

全球变暖引起了海面上升。但究竟上升了多少却是个非常复杂的问题。估计 1890 年~1990 年海面上升了 0.18 m^[1] 或者 0.1~0.2 m^[2,3]。至今在太平洋中部地区没有足够的验潮资料来说明那里 100 年全球海面上升或相对海面上升的数值。笔者 1994~1998 年在太平洋岛屿从事海岸侵蚀和治理工作,无论野外调查还是室内研究都很注意收集这方面的信息,也许海面上升 0.18 m 这个数值太小,找不到海面上升对海岸作用影响的证据。关于马绍尔群岛马朱罗环礁的一份调查报告中曾指出,修筑的连岛海堤阻碍落潮时海水向大洋流动,导致泻湖水面升高,引起泻湖岸普遍的海岸侵蚀。经过进一步的工作,证明那里不存在泻湖水面升高的问题,也就是说即便是局部海面升高引起海岸侵蚀的实例也没有找到。近几十年太平洋的小岛屿海岸侵蚀加剧是不适当人类活动造成的^[4~6]。然而,这只是对过去和现状的解释,那么未来会是怎样的情况呢?将已有的研究成果结合笔者的野外观察,特别是结合珊瑚礁岛屿海岸地质作用的特点讨论这一问题。希望对今后我国南海诸岛开发的长期战略决策有所参考。

1 已有的认识

对 1990~2100 年海面上升的估计是: 0.3~1.1 m, 可能是 0.66 m^[2]; 0.5 m, 也可能达到 1.0 m^[7]; 0.20~0.86 m, 可能是 0.49 m^[3]。也就是说 1990~2100 年海面上升 0.5 m, 平均升高 4.5 mm/a 是不同作者比较接近的估计数值。最近应用 Topex/Poseidon 卫星测高仪观察全球海面变化得出更为精确的数据, 1993 年 1 月~2000 年 12 月海面平均上升速率为 2.5 mm/a $\pm$ 0.2 mm/a^[8]。这个数据虽然比 4.5 mm/a 小,但如果考虑未来 CO₂ 排放量有增加的趋势, 从 1990~2100 年这 110 a 的时间海面上升 0.5 m 左右是完全可能的。

0.5 m 海面的升高对大洋中的小岛屿特别是珊瑚礁岛屿(环礁和台礁岛)会产生严重影响。珊瑚礁岛屿受到海水入侵,某些部分可能被淹没^[9]。然而,珊瑚礁岛屿对海面上升的反应与大陆架沿海平原的反应有所不同,后者依赖于是否有足够的陆源碎屑物质来补偿海面的升高,这或许在某些人烟稀少的三角洲有这种可能性。假设黄河完全没有堤坝限制,现代黄河三角洲是空旷无人的地区,将会出现这种现象。而珊瑚礁岛则依赖于珊瑚礁上的生物是否能生产足够的物质来补偿海面升高。

据 Neuman 1985 年报道,珊瑚礁对海面上升的反应模式有“保持”、“追赶”和“放弃”,只有前两种模式才可能在海面上升的情况下珊瑚礁保持或接近与变化的海面的相对高程位置。Budde meier 和 Smith^[10] 应

* 作者:薛春汀,出生于 1937 年,研究员,从事海洋地质调查研究。E-mail: chunting@qingdao.cngb.com

收稿日期:2002-01-24;修回日期:2002-04-23

用生物学估算、地质记录和碱性浸润技术三种方法,得出一致的结论,维持珊瑚礁生长的最大速度估算为 10 mm/a 。这个速度大于估计的 1990 年到 2100 年海面上升年平均速度 (4.5 mm/a)。Hopley 和 Winsey^[11] 认为未来 50~100 a 海面的加速上升对于澳大利亚的大堡礁可能是有益而不是有害的,礁坪上珊瑚带生长速度估计为 8 mm/a 。这个速度也高于估计的 1990 年到 2100 年海面上升年平均速度。由于温室效应会使风暴频率和强度增加,又因为礁坪上珊瑚覆盖面积增加,小珊瑚岛上会聚集更多的沉积物,至少可以与海面上升的速度保持同步升高。

2 海面上升对礁坪上生物的影响

珊瑚岛的砾石主要来自珊瑚礁石,部分直接来自珊瑚骨骼,而软体动物壳体不占重要地位。砂主要来自珊瑚礁石、珊瑚骨骼、钙藻和软体动物壳的碎屑以及生活于泻湖和礁坪上的底栖有孔虫。太平洋许多珊瑚岛的泻湖礁坪通常低潮时绝大部分露出水面,活珊瑚仅仅分布于靠近边缘一直被水覆盖的一个狭长带,如在图瓦卢共和国富纳富提^[5]和努库费陶环礁的泻湖礁坪。但也有泻湖礁坪上相当宽的部分在低潮时被海水覆盖,那里生长着活珊瑚,如在马朱罗环礁南礁缘泻湖礁坪。大洋一侧礁坪上通常很少有活珊瑚生活在那里,在一些地段活珊瑚仅仅不连续地分布于礁坪边缘。但也看到在马朱罗环礁西礁缘南段大洋礁坪上有较大面积地势低洼,有繁盛的珊瑚生长在那里(图 1)。如果海面上升,肯定会使礁坪在低潮时被海

水覆盖的面积增加,珊瑚生长面积扩大。礁坪可以和未来海面上升保持略微滞后地升高。不仅如此,海面上升也会使藻类生活面积增加,有的像珊瑚一样形成礁石,从而成为砾石和砂潜在的提供者;Helmeda 则可以直接生产圆片状的碎屑,成为海滩砂的组成部分;有的藻类虽然不能直接提供沉积物,但可以提供有孔虫附着生活的场所。

底栖有孔虫是珊瑚礁岛屿和火山岛的珊瑚礁海岸砂的重要组成部分^[4]。它们生活于泻湖底、礁坪上低潮时也被海水覆盖的部分,例如一种大型有孔虫 *Baculogypsina sphaenulata* 在密克罗尼西亚联邦库赛埃岛以及斐济的维提岛均附着生活于裙礁礁坪外带低潮时也被海水覆盖地区的藻类植物上。该种有孔虫的壳体是太平洋许多岛屿海滩砂的重要组成部分。海面上升后,低潮时被海水覆盖的礁坪面积增大,会使适合于有孔虫生活的区域增加,增加了砂的来源。至于软体动物在海面上升过程中可能没有大的变化,是因为有些种可以生活在退潮后不被水覆盖的礁坪上。

总的来说海面上升扩大了珊瑚、藻类和有孔虫的生活范围,能使礁坪略微滞后地增高,能提供更多的生物成因沉积物,也能够使礁坪的大部分成为珊瑚的生活区,自然景观更加美丽。

3 海面上升对于岛屿的影响

如果 1890~1990 年海面上升了 0.18 m ^[11]对海岸地质作用还没有明显地表现出来的话,1990~2100 年海平面又将上升 0.5 m ^[7],那么从 1890 年至 2100 年

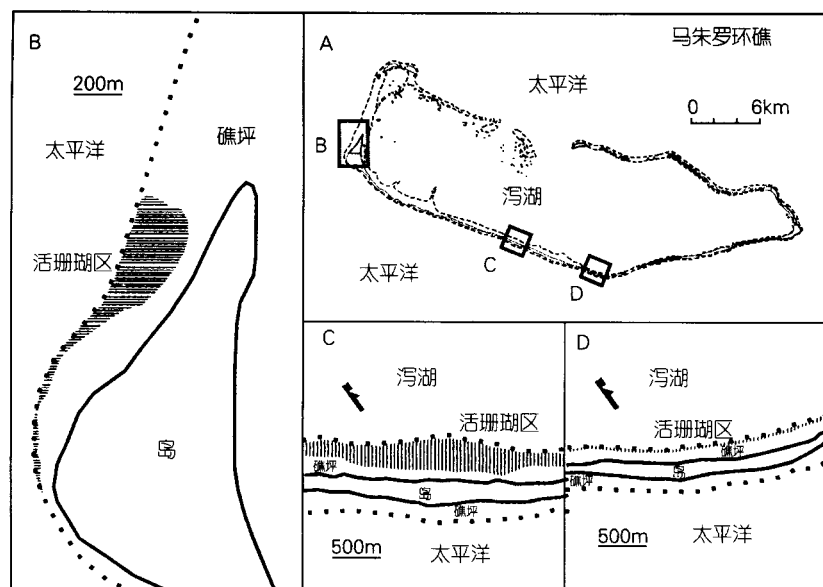


图 1 马绍尔群岛共和国马朱罗环礁 ($171^{\circ}12' \text{ E}$, $7^{\circ}09' \text{ N}$) 礁坪上活珊瑚的分布

海面总共上升约 0.7 m, 这个数值对海岸的地质作用将会有足够的影响。

虽然礁坪可以在海面上升过程中与海面上升保持滞后地增高, 然而在海面上升过程中岛屿是否也能与海面保持滞后地增高却是另外一件事情。波浪形成的砂质海滩脊通常不大于 30 m 宽, 砾石海滩脊不大于 20 m 宽。只有那些面积几百平方米很小的岛屿, 或者只有小于 40 m 宽的长而又窄的岛屿, 波浪才可能将砂砾搬运到岛屿的任何一点, 使岛屿与海面保持滞后地增高。环礁上一些较宽岛屿和大一些的台礁岛则情况不同。远离海岸 30 m 以远的地区波浪搬运的沉积物十分有限, 海面升高以后那里的陆地不会明显地升高。这样一来, 半咸水潜水面升高。尽管一些植物如椰子树有较强的适应能力, 但对于植物生长和果实的品质都会有严重影响。但总的来说, 海面升高 0.5 m 对于岛屿植物的影响还不是灾难性的。从理论上讲, 海面的逐渐升高会使海滩脊升高, 但这是两种不同类型的升高: 海面升高是逐渐的、普遍的, 而海滩脊升高则形成于风暴浪时间, 而且只在某一个特定的方向和位置增高。在 100 年的时间内海滩脊很难到处都与海面上升保持等值地增高。由于岛屿内部地面没有明显增高, 海水会从没有足够增高的海滩脊处涌进岛屿内部。尽管大洋的波浪要大大地强于泻湖的波浪, 但泻湖海岸更容易被海水淹没, 因为那里的海滩脊相对不发育, 甚至完全没有海滩脊, 更难以阻挡海水的侵入。

4 对策

如果 1990 ~ 2100 年海面真的升高 0.5 m, 对海洋动物的生态环境和礁坪的自然景观可能是有利的, 对岛屿上的植物和自然景观有一定的负面影响, 但不是灾难性的。然而, 海面上升对房屋、道路和其它建筑和居民的生活都会带来严重影响。虽然当地居民不使用地下水, 而是使用从房顶积聚的雨水, 海面上升对于居民家庭用水没有影响, 但依靠大面积地面 (如在马绍尔群岛马朱罗环礁利用机场) 集水供给公共用水将会受到影响, 因为海水侵袭集水区的次数和强度将会增加。

面对海面上升, 必须采取一些措施, 虽然有的措施可能要几十年以后才会实施。(1) CO₂ 的排放量增加主要是由发达国家造成的。全世界珊瑚岛国家和地区的居民不到 50 万, 绝大多数处于经济不发达或十分不发达状态, 所排放的 CO₂ 非常有限。地广人稀的发达国家有责任也有能力接受 50 万人口中的部分生态移民。(2) 海面升高 0.5 m 后珊瑚岛屿仍然是旅游度假的好去处, 环礁仍然是远洋捕渔的基地。保护珊瑚礁岛屿的生态环境是优先考虑的问题。分散居住在小岛屿的居民应集中在少数较大的岛屿居住, 使绝大

多数岛屿保持自然的生态环境, 使生物更好地生长, 有利于砂和砾石的聚集和海滩保护。(3) 今后在珊瑚礁岛上建筑的房屋应该采取高脚屋的形式。这是一种“平战两用”的好形式。在斐济这种建筑很普遍, 不过在那里不是为了对付海面升高, 而是因为这种建筑有很好的防潮效果, 房屋下也是家庭汽车的停车场或堆放物品处。对于珊瑚礁岛来说, 海面如果升高较多, 仍然可以居住在高脚屋内。(4) 对于港口、机场和人口聚集区不得不建筑海岸工程以防护海面升高后的侵袭。但这些海岸工程应该限制在有限的范围内, 以使使多数岛屿的生态环境免受破坏。

参考文献

- 1 Douglas B C. Global sea-level rise. *Journal of Geophysical Research*, 1991, 96(C4): 6 981-6 992
- 2 Warrick R A, Oerlemans H. Sea level rise. In: Houghton J T, Jenkins J G, Ephraums J J (eds.). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 257-281
- 3 Raper S C B, Wigley T M L, Warrick R A. Global sea level rise: past and future. In: Milliman J D, Haq B U (eds.). *Sea Level Rise and Coastal Subsidence: Causes, Consequences, and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. 11-45
- 4 Xue C T. Coastal sedimentation, erosion and management on the north coast of Kosrae, Federated States of Micronesia. *Journal of Coastal Research*, 1999, 15: 927-935
- 5 薛春汀. 富纳富提环礁阿马图库岛的海岸侵蚀. *海洋地质与第四纪地质*, 2001, 21(2): 37-41
- 6 Xue C T. Coastal erosion and management of Mijuro Atoll, Marshall Islands. *Journal of Coastal Research*, 2001, 17(4): 909-918
- 7 Wigley T M L, Raper S C B. Implications for climate and sea level of revised IPCC emissions scenarios. *Nature*, 1992, 367: 293-300
- 8 Cabanes C, Cazenave A, Provost C L. Sea level rise during past 40 years determined from satellite and in situ observation. *Science*, 2001, 294: 840-842
- 9 Nunn P D, Mmura N. Vulnerability of south Pacific island nations to sea-level rise. *Journal of Coastal Research*, 1997, Special Issue, 24: 133-151
- 10 Buddemeier R W, Smith S V. Coral reef growth in an era of rapidly rising sea level: predictions and suggestions for long-term research. *Coral Reef*, 1988(7): 51-56
- 11 Hopley D, Winsey D W. The effect of a rapid short-term sea level rise on the Great Barrier Reef. In: Perma G I (ed.). *Greenhouse: Planning for Climate Change*. New York: E J Brill, 1988. 189-201

(本文编辑:刘珊珊)