

香港海滩岩与海滩风暴沉积*

王 为

(华南师范大学地理系, 广州 510631)

摘要 根据香港大屿岛南岸贝澳湾和下长沙湾海滩岩的沉积特征, 从风暴沉积的沉积过程与海滩动力条件的角度论证了海滩岩的形成与风暴潮沉积的关系, 认为一部分沙质海滩中的海滩岩是由风暴潮沉积形成的. 风暴沉积的结构特征和海滩沿岸的动力差异直接影响海滩岩的胶结过程和分布特征.

关键词 海滩岩 风暴沉积 海滩沿岸动力差异 香港

海滩岩的研究在古气候、古地理、地层学、地貌学和岩石学上都有重要意义^[1]. 目前对海滩岩的研究都集中在海滩岩的胶结过程及其特征、地貌作用和对古海面 and 海岸线的指示作用上. 尽管已有的文献已意识到某些粗粒的海滩岩源于风暴沉积^[2], 然而为什么沙质海滩的海滩岩中沉积物粒径往往要粗于海滩岩所在的正常海滩物质, 贝壳的含量也大于正常的沙质海滩; 海滩岩为什么都不是连续分布; 这与风暴过程沉积有何关系, 目前国内外还没有文献论述. 本文根据香港大屿岛南岸贝澳湾和下长沙湾海滩岩沉积特征, 从风暴沉积的沉积过程与海滩动力条件来论证海滩岩的形成与风暴潮沉积的关系. 认为一部分沙质海滩中的海滩岩的堆积和成岩过程与风暴沉积有直接的关系.

1 研究地点

贝澳湾和下长沙湾位于香港大屿岛南岸(图 1). 贝澳湾向西南开口较为深入, 宽约 1 000 m, 湾内有两处沙堤, 外沙堤顶部高程为 4.5 m¹⁾, 紧贴在现代海滩之后, 外沙堤之后约 120 m 为内沙堤, 高约 7 m, 仅长约 300 m, 外沙堤之后的泻湖大部分已干涸. 贝澳湾海滩岩分别埋藏于内沙堤的东端和外沙堤的西端, 内沙堤的东端靠近潮汐通道. 内沙堤下部埋藏的海滩岩厚约 70~80 cm, 可分上、中、下三层(厚度分别为 5, 12, 25 cm), 各层为胶结的松散沙分隔. 各层中贝壳的¹⁴C 测年分别为 1 700 aBP, 2 380 aBP 和 2 820 aBP²⁾, 各层的高度分别为 1.81 m, 1.66 m 和 1.1 m, 稍高于现代平均海平面 1.146 m 的高度. 但其高度仍在小潮最高潮位 1.97 m 之下. 外沙堤之下海滩岩厚约 15 cm, 顶部高度稍高于内沙堤下的海滩岩, 约为 1.9 m. 也是低于最高潮位. 下长沙湾位于贝澳湾以西, 是一个湾口向南, 宽度仅 100 多米的小海湾, 湾

1997-06-26 收稿, 1997-10-08 收修改稿

* 国家自然科学基金资助项目(批准号:49571013)

1) 本文所用高程基准面是香港政府土地测量基准面, 高于香港海图基准面 0.146 m

2) ¹⁴C 年龄为广州地理研究所测定

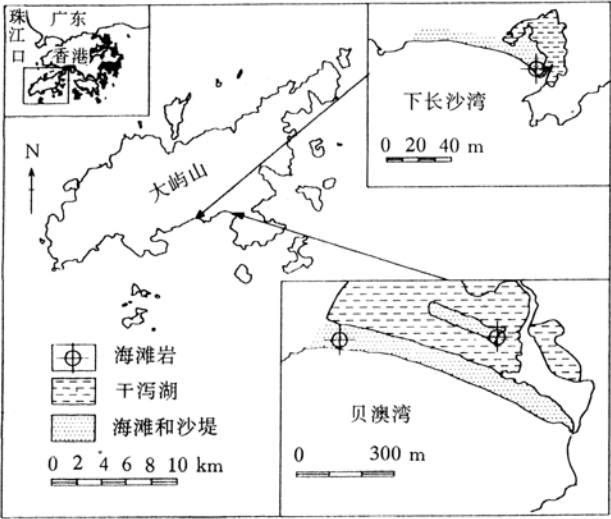


图 1 香港大屿山岛贝澳湾和下长沙湾海滩岩的分布
道或河流出口的附近和海滩的一侧(图 1)。

表 1 是各海滩岩与其附近正常海滩潮间带沉积物和内沙堤下海滩岩层间没胶结的松散颗粒的粒度参数。沉积物已经过稀盐酸(10%)处理,把其中的碳酸钙全部清除。由表 1 可以看出,除了贝澳湾内沙堤下海滩岩的中层外,各处的海滩岩颗粒的平均粒径都是将近 1 mm 以上的粗砂和极粗沙,远大于正常海滩颗粒,而且分选差,分选系数大于 1。如果不除去海滩岩中碳酸钙(主要是生物贝屑),海滩岩的粒径更粗、分选更差。各海滩岩的偏态在 0.17~ -0.45 之间。由于颗粒中含有两三厘米的粗砾(图 2(a)),使部分海滩岩颗粒粒度曲线具较长的粗尾,显负偏态。根据野外观测,海滩岩中的贝屑直径可达 10 cm。如果粒度计算包含贝壳和贝屑,海滩岩粒度分布的偏态更显负偏值。

表 1 贝澳湾与下长沙湾海滩岩与现代海滩非碳酸盐颗粒的粒度特征

海滩岩与现代海滩	平均粒径(ϕ)值	分选度	偏态	尖度
贝澳湾老沙堤海滩岩(上层)	-0.645	1.143	0.169	1.247
贝澳湾老沙堤海滩岩(中层)	2.038	0.893	-0.377	1.311
贝澳湾老沙堤海滩岩(下层)	0.786	1.744	-0.454	0.754
贝澳湾老沙堤上层海滩岩之下松散沙	1.26	1.351	-0.199	0.732
贝澳湾新沙堤海滩岩	-0.174	1.117	0.149	1.269
下长沙湾海滩岩	-0.258	1.671	0.172	0.911
贝澳湾现代海滩(西段)	2.718	0.846	-0.162	0.949
贝澳湾现代海滩(东段)	1.184	1.387	-0.053	0.924
下长沙湾现代海滩(东段)	1.957	1.123	-0.423	1.784
下长沙湾现代海滩(西段)	2.01	0.521	0.068	1.02

各处海滩岩与附近正常海滩沉积物中贝屑(以盐酸溶解的碳酸钙含量计算)和重矿物的含量见于表 2。海滩岩的碳酸钙含量远大于正常海滩沉积物中碳酸钙的含量。正常海滩沉积物的碳酸钙含量最多不超过 15%,贝澳湾海滩岩各层之间松散沙中的碳酸钙含量也在 10%左

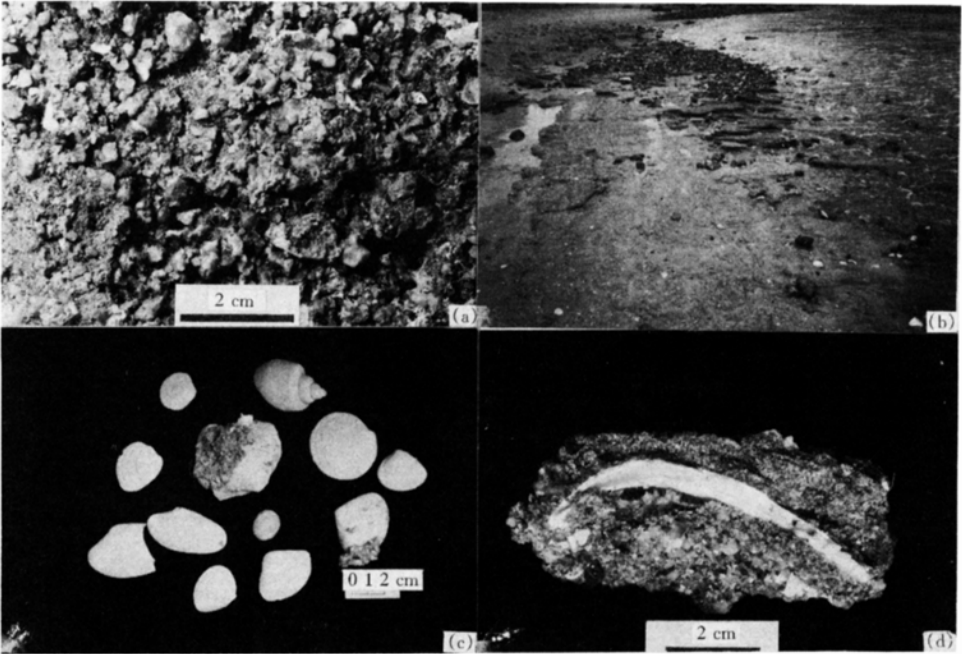


图 2 香港大屿山岛贝澳湾和下长沙湾海滩岩的沉积特征

(a) 贝澳湾内沙堤下埋藏的海滩岩中的粗砾; (b) 下长沙湾现代海滩潮间带出露的海滩岩, 右下角可见大块的贝壳与沙质的海滩岩胶结在一起; (c) 贝澳湾内沙堤下部海滩岩中部分完好的贝壳片; (d) 贝澳湾内沙堤下部第一层海滩岩碎块的切面, 以贝壳为界, 沉积颗粒的粒径有较大的差异, 砂砾与贝壳之间的孔隙已长出白色透明的柱状碳酸钙晶粒

右, 而海滩岩中碳酸钙含量最多可以超过 50%, 最少也达到 25%。表明海滩岩中的贝壳和贝屑含量很高。然而海滩岩与正常海滩中重矿物含量相差并不大, 都在同一量级上。

表 2 贝澳湾与下长沙湾海滩岩与正常海滩沉积物中贝屑和重矿物百分比含量(%)^{a)}

海滩岩与正常海滩	重矿物	贝屑
贝澳湾老沙堤海滩岩(上层)	0.13	48.82
贝澳湾老沙堤海滩岩(中层)	0.22	42.43
贝澳湾老沙堤海滩岩(下层)	0.2	25.03
贝澳湾老沙堤上层海滩岩之下松散沙	0.17	10.1
贝澳湾新沙堤海滩岩	0.29	53.33
下长沙湾海滩岩	0.08	46.01
贝澳湾现代海滩	0.28	8.8
长沙湾现代海滩	0.66	6.58

a) 其中重矿物含量为 3~4 ϕ 粒级的百分比含量

海滩岩中含有帘蛤科、蛾螺科、蛤蜊科和蜒螺科等贝类, 各种贝类的生境包括高潮线和低潮线附近、潮间带的岩石间和潮下带浅海等。此外还含有少量的珊瑚礁碎块。贝壳很多都比较完整, 而且个体大, 直径可达几厘米以上, 有的甚至大于 10 cm, 远大于与其胶结在一起的海滩砂粒。图 2(b) 为下长沙湾现代海滩潮间带出露的海滩岩, 图中(右下角)可见大块的贝壳与

沙质的海滩沙胶结在一起。图 2(c)为贝澳湾内沙堤下部海滩岩中部分完好的贝壳片。图 2(d)是贝澳湾内沙堤下部第一层海滩岩碎块的切面,切面恰好切过海滩岩所胶结的一块贝壳。以贝壳为界,沉积的颗粒粒径有较大的差异,贝壳凹面以下,沙粒粒径较粗,部分砂砾粒径达 2~3 mm,而且颗粒排列凌乱。贝壳凸面以上,砂粒粒径很小,还显示出沿贝壳凸面形成的纹层理。贝壳凹面与其下面堆积的沙粒有较大的孔隙,孔隙内已长出白色透明的柱状碳酸钙晶粒。

3 海滩岩沉积与海滩动力

3.1 海滩动力与海滩岩结构构造

香港海岸地区的潮汐为半日潮,大潮潮差为 2.5 m,小潮潮差为 1.5 m。全年大部分时间风浪波高小于或等于 1 m,冬季风浪大于夏季^[3]。由于香港地区背靠广东大陆,大陆南岸为背风区,岛屿北岸与大陆之间水域面积小,吹程短,因此冬季风浪对香港海岸作用不大。同时由于沿岸岛屿和曲折海岸的屏蔽作用,夏季外海风浪在进入海湾之前还要被进一步减弱。香港岛东部浅水湾的研究表明,那里全年平均波高为 0~25 cm^[4]。可见香港海岸波高远比潮差小,属于低能环境。尽管香港海岸全年平均风浪不大,但夏末秋初的台风季节热带气旋和台风带来的风浪却很大,1971 年香港海岸横澜岛曾记录到波高超过 10 m 的风浪^[5]。就动力条件而言,在正常天气下香港海岸特别是动力较弱的岸段根本不具备掀动海滩岩所胶结的粗屑物质。根据表 1 所显示的海滩岩与正常海滩颗粒的差异,可以预计,若把两者中的贝屑和贝壳也计算在内,海滩岩颗粒的平均粒径更粗,分选更差,偏态更显负值。总之粒度的差异表明海滩岩中极粗的碎屑不是正常海滩动力所能搬运和集中堆积的,只能在风暴期间的大浪条件下才能堆积。

海滩风暴沉积是由风暴高峰过后在风暴侵蚀面上堆积的粗屑物质和风暴衰减期堆积的细粒物质组成^[6]。贝澳湾内沙堤下部上层和下层海滩岩之下是没有胶结的含贝屑很少的细粒松散沉积,胶结与没胶结颗粒之间的粒度和成分的突变说明它们之间的界面是一个侵蚀面。图 2(d)的贝壳及以下的粗颗粒是在极强的动力环境开始减弱的条件下沉积的;贝壳没有破碎,下凹面与粗颗粒之间存在明显的空隙,表明是在悬浮状态下急速沉降的,沉积的时间短促,沉积后不再被波浪的进退流所推动,如果经过多次的来回推移式的搬运,贝壳与粗颗粒之间的空隙就不存在了。随着海浪动力的进一步的减弱,悬浮于海水中的较细粒物质相继沉积,覆盖在贝壳的凸面上。细颗粒中显示出来的纹层,说明是形成于海滩滩面上波浪进退流环境下。海滩岩的层位和层理及相应的粒度变化都反映了风暴沉积的动力过程。

3.2 海滩动力与海滩岩的成分构成

海滩沉积物中碳酸钙含量多少与海滩沉积贝屑和贝壳的含量有关,而贝屑含量大小取决于海滩生物的生产量^[7]。地形起伏大、波浪能量大的海岸不适合低栖生物的生存和保存,海滩沉积物的碳酸钙含量少;相反,低平的平原、低地海岸的海滩沉积物中则可含大量的碳酸钙,但海滩沉积物中碳酸钙含量多少与海滩沉积物粒径无直接关系^[8]。正常天气条件下,香港海岸波浪能量小,为低能海岸,但海岸地形起伏很大,属山地海岸,现代海滩环境不适合大量的贝类生存。贝澳湾和下长沙湾现代海滩沙中碳酸钙含量很少证明了这一点。海滩岩中大量的属于海滩附近不同生境的各种粗大的贝类介壳、贝屑和珊瑚碎屑只有在风暴期间才能被大浪搅动起来,并在风暴高峰过后,海浪动力开始减弱时,首先沉积而富集。含大量贝壳已是中外学

者认同的风暴沉积的一个主要特征^[6,9-11]。海滩岩中含有大量比较完整的贝壳,说明堆积过程十分快速,否则,贝壳会在反复的搬运过程中破碎。使贝壳保持完好的快速沉积也是风暴潮作用的一个特征^[6]。

尽管大屿山岛海滩岩中贝壳的¹⁴C测年在1 300~3 000 aBP之间,但根据在华南沿海的研究表明,3 000 a前至今的珠江三角洲地区地理环境只有小的波动^[12],因而香港现代海岸贝类生存环境与海滩岩形成时不会有很大差别。因此,海滩岩中丰富的贝壳种属与现代海滩沉积中缺乏贝类生物的差别不是古今环境或气候变化造成的。

在海滩沉积物中常有由底部的细粒重矿物和上部的粗粒石英沙组成纹层,海滩上的重矿物是因其粒径细小而不是因其比重大而富集^[7]。在风暴潮高峰过后的最初的沉积阶段水动力仍很强,集中于细小粒级的重矿物不能与粗大的贝壳、贝屑和其他的粗颗粒一起沉积,所以海滩岩沉积物中重矿物含量与正常海滩沉积物相差不大(表1),这说明海滩风暴潮沉积过程中粒度的分选比比重的分选更加重要。

4 海滩风暴沉积的保留与海滩岩的胶结

潮间带是海滩上最为活跃的地带,风暴沉积的完整序列很容易被后期的风浪所破坏。大屿山岛海滩岩各层厚度都很薄,而一套完整的风暴沉积序列可在几十厘米以上^[10]。在正常天气条件下,狭长的海湾内海滩的两端都是波影区,波浪动力小,而河口(潮汐通道)附近更是海滩沿岸波高最小的地方^[13]。在风暴期间波浪的波高虽然增大,但是波长却减小,使波浪较容易直接斜射入湾内或在海湾内产生较大的折射,使平常波浪动力较小的岸段受到较大风浪的作用,并堆积风暴沉积物。海湾两侧在风暴时期堆积的粗屑沉积物因为平常风浪较小不容易再被波浪冲走。如果风暴衰减后的波浪动力小于正常天气的波浪,正常天气的风浪虽然不能把原有的风暴沉积物再度搅起进入悬浮状态,却能以推移的形式将风暴沉积物带走,由于海滩的中段平时也有较大风浪,所以风暴潮沉积较容易保留在动力较弱的岸段,如海滩的两端或潮汐通道附近。

海滩岩中的贝壳与粗颗粒之间的空隙中结晶出的柱状碳酸钙晶粒说明海滩滩面上的风暴沉积的胶结是在海水环境下进行的,因为在淡水环境下胶结的晶粒通常是粒状的^[1]。风暴潮沉积物的颗粒都比较粗,分选差,因此粒间空隙大、通透性好,低潮时蒸发作用较细粒沉积物强,二氧化碳更易于逸散,碳酸钙更易于到达过饱和而沉淀,所以风暴潮沉积物比正常海滩沉积物易于胶结成海滩岩。风暴潮沉积物之下的细粒沉积物还可以起到不透水层的作用,加速了风暴沉积的胶结。另外,平常波浪较弱的岸段,沉积颗粒稳定也利于胶结,这些或许可以解释为什么海滩岩仅形成于海滩的某个部位,而不能覆盖整个海滩。

5 结语

(1)虽然不是所有的海滩岩都是来源于风暴潮沉积,但可以肯定部分沙质海滩中发育的含有极粗贝壳和贝屑的海滩岩来源于风暴潮沉积。在香港这样的低能海岸的沙质海滩上,海滩岩中含有大量完好的大贝壳、粗贝屑及其他粗粒沉积物只能是风暴潮沉积物。

(2)海滩岩往往是风暴潮沉积的残余部分。风暴沉积的结构特征使其比正常海滩沉积物更易于胶结成海滩岩。

(3) 由于海滩沿岸的动力差异, 使得风暴潮沉积较容易保留在平常动力较弱的岸段。导致海滩胶结环境的差异, 所以海滩颗粒不能在整个海滩上胶结成岩。

参 考 文 献

- 1 赵希涛, 沙庆安, 冯文科. 海南岛全新世海滩岩. 地质科学, 1978, (2): 163~173
- 2 徐起浩. 闽南、粤东海岸带沉积物的沉积学、岩石学比较研究. 沉积学报, 1990, 8 (4): 68~76
- 3 Royal Observatory. Marine Climatological Summary Charts for the South China Sea (1971~1980). Hong Kong: Royal Observatory, 1981. 1~123
- 4 Apps R F, Chen T Y. Sea waves at Waglan Island, Technical note No. 36. Hong Kong: Royal Observatory, 1973. 1~38
- 5 Williams A T, Grant C J, Leatherman S P. Sedimentation Patterns in Repulse Bay, Hong Kong. Proc Geol Assoc, 1977, 88(3): 183~200
- 6 Aigner T. Storm depositional Systems. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1985. 1~174
- 7 Komar P D. Beach Processes and Sedimentation. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1976. 1~429
- 8 Carranza-Edwards A, Rosales-Hoz L, Santiago-Perez S. A reconnaissance study of carbonates in Mexican beach sands. Sedimentary Geology, 1996, 101: 261~268
- 9 Hayes M O. Hurricans as geological agents, South Texas Coast. Amer Assoc Petrol Geol Bull, 1967, 51: 937~956
- 10 张国栋, 王益友, 朱静昌, 等. 现代风暴沉积——以舟山普陀岛、朱家尖岛为例. 沉积学报, 1987, 5 (2): 17~28
- 11 Knowles S C, Davis R A Jr. Hurricane - induced carbonate enrichment of a Holocene coastal bay sequence, Sarasota Bay, Florida. Mar Geol, 1991, 99: 151~161
- 12 李平日, 万国详, 黄光庆. 珠江三角洲全新世环境演变. 第四纪研究, 1991 (2): 130~139
- 13 Bascom W N. The control of stream outlets by wave refraction. J Geol, 1954, 62: 600~605