

海南岛排浦珊瑚岸礁区现代浑水 碳酸盐沉积相特征及沉积作用

全松青 王国忠 吕炳全

(同济大学, 上海)

提要 海南岛西北部排浦岸礁区内具有珊瑚礁发育所需的温暖、激荡的浅水环境。沿岸侵蚀性海岸与河流输入大量泥砂, 形成浑水沉积, 其海水透明度仅为 2—3 m, 沉积物中陆源碎屑含量平均高达 20% 左右。根据地貌形态和沉积特征, 礁区可划分为礁前泻湖砂相、原地珊瑚礁岩相、礁坪含原生礁砂砾相、海蚀坪-沿岸水道砂相及海滩-海岸砂堤砂相。

区内河流和海湾出口处具有典型的三角洲相沉积, 在西南大铲珊瑚堤礁的向海侧为典型的礁相沉积, 排浦岸礁则以碳酸盐为主, 并含一定量的陆源碎屑物的浑水沉积。这三种沉积类型均受沉积环境的严格控制。

“清水”是指没有陆源碎屑物质掺入的海水, 在这种海水中形成碳酸盐沉积物的作用, 定义为“清水沉积作用”^[5]。在清水碳酸盐沉积作用与陆源碎屑沉积作用之间, 还存在着一种过渡状态, 即具有相当含量的陆源碎屑物质, 特别是泥砂质掺入的碳酸盐沉积作用, 这可以称之为“浑水碳酸盐沉积作用”。

我国西南地区古代陆表海碳酸盐台地大都紧靠古陆, 台地与滨岸之间都有滨岸碎屑岩相, 其向海侧的相带既有碳酸盐沉积, 又有碎屑岩沉积, 也具有浑水碳酸盐沉积的特征^[3,4]。

海南岛西北岸的排浦现代珊瑚岸礁, 由于新英湾和大江河输入的泥沙, 以及白马井以南 3 km 长的侵蚀性海岸的陆源砂补给, 碳酸盐沉积与陆源碎屑混合, 具有浑水碳酸盐沉积的特征。

排浦珊瑚岸礁位于北纬 19°40', 东经 109°10', 濒临南海北部湾海域。自白马井到南华市, 东北至西南延伸 11.5 km, 最宽处约 2.5 km, 其间被大江河三角洲分割成东北、西南两个礁体。

本文根据 1981 年以来对该区实地调查资料, 分析讨论了现代浑水碳酸盐沉积相特征及沉积作用。

一、沉积环境

排浦岸礁呈东北向平行海岸分布, 在海岸外 7 km 以远, 有大铲珊瑚堤礁和小铲礁作正面屏障, 形成水深 10 m 的开放性泻湖(图 1)。海岸以堆积型为主, 沿岸沙堤发育, 河流

由于礁区接受大江河、新英湾和侵蚀型海岸带来的泥沙沉积物,如新英湾内北门江每年悬移质输砂量为 3.5 万吨,经潮汐作用和沿岸流的搬运,其中细粒的悬移质随潮流向礁区外搬运;而粗粒的推移质则向潮间浅滩和泻湖底运移。礁区 $4-0.5\text{ mm}$ 的砂砾沉积物中,陆源碎屑含量平均为 20% 左右。上述独特的环境,形成了排浦珊瑚岸礁各相带的特殊性。

二、沉积相特征

排浦岸礁中部为大江河入海口,河口区发育小型三角洲(无珊瑚生长),造成了排浦岸礁有 2 km 以上的间断。东北礁区起于排浦市东北侧,止于马老地以西,长约 8 km,宽为 2.5 km;西南礁区位于大江河西南侧,长 3.5 km,宽 1 km,平面形态略呈椭圆形,两个礁区各相带的宽度相差悬殊(表 1)。

表 1 两个礁区各相带宽度对比¹⁾

Tab. 1 Comparison of facies zone width in the two reef areas

相带 宽度 (m)	珊瑚 礁岩	下礁坪	古礁坪	上礁坪	海蚀坪-沿 岸水道	岸礁宽度 合计	沿岸 延伸
东北	130	890	370	265	270+115	2040	>8000
西南	104	260	185	297	115	961	3500

1) 根据实测剖面编制。

现以东北礁区 B-B' 剖面 and 西南礁区 L-L' 剖面为基础,结合其它剖面划分沉积相带如图 2 所示。

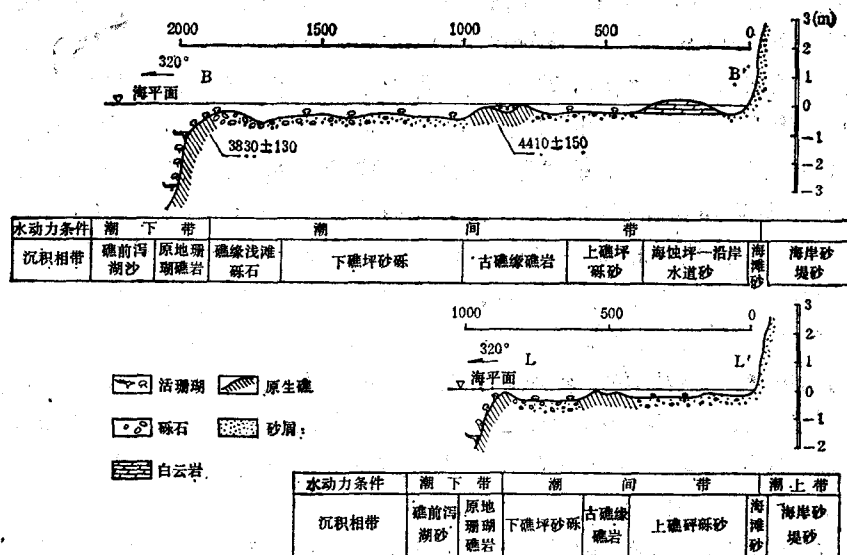


图 2 排浦珊瑚岸礁剖面

Fig. 2 Section drawing of the Paipu fringing coral reef

1. 礁前泻湖砂相

本相带位于岸礁和大铲堤礁之间,水下地形平缓,大部分地区水深小于 10 m,坡角小于 0.1° ,全部为砂屑覆盖。底面发育沙波,波痕长约 0.5 m,高 0.2 m。经潜水观察无造礁珊瑚生长,海水透明度为 3 m 左右,砂屑分选极好。砂屑粒度概率曲线显示,跳跃组分占总体 80%,滚动组分占 20%,平均粒径为 0.33 mm。在粒径大于 0.5 mm 砂砾屑的组分中,珊瑚碎屑含量占 32.7%,软体动物介屑占 56.6%,有孔虫占 3.6%,藻屑占 7%;在粒径小于 0.5 mm 的碎屑中,陆源碎屑为 45.7%,占全样的 42%。

2. 原地珊瑚礁岩相

自低潮面起向海延伸,地形上为一斜坡。在东北岸礁区,上部坡角小于 1° ,水下离礁缘 60 m 左右是一个转折点,其下以 3.5° 的坡角延伸到平均海平面以下 3.3 m 处的珊瑚生长下限为止。礁缘斜坡上部发育稀疏的槽沟,沟缘较平缓,礁块杂乱散布,沟深 0.5—1 m,呈 U 型,都垂直礁缘发育;在西南岸礁区垂直礁缘的槽沟发育不明显,沟底充填礁块、砾石和砂屑。

由于海水中泥沙含量较多,其透明度仅为 2—3 m,造礁珊瑚中枝状鹿角珊瑚较少,主要是抗泥沙能力强的、珊瑚骨骼大而凸起较高的、具有长而粗的触手的块状和丘状珊瑚。礁面上活珊瑚覆盖面积,在东北区自上而下,从 70% 减少到 40%;而在西南区则发育较差,为 30—25%,其生长下限为水深 2 m。珊瑚礁块一般为 0.3—0.4 m,最大者达 1 m 以上。活珊瑚有蜂巢珊瑚 (*Favia*)、合叶珊瑚 (*Symphyllia*)、蔷薇珊瑚 (*Montipora*)、盔形珊瑚 (*Galaxea*)、滨珊瑚 (*Povites*)、扁脑珊瑚 (*Platygyra*) 等,还有少量杯形珊瑚 (*Pocillopora*) 和鹿角珊瑚 (*Acropora*)。藻类覆盖面积约占 10%,有红藻、喇叭藻、团扇藻等。斜坡下部出现少量牡丹珊瑚 (*Pavona*)。

3. 礁坪含原生礁砂砾相

位于潮间带,礁坪中部存在一个地形上微隆起的古礁缘,使平坦的礁坪分成上、下两个台阶,高差 50—60 cm。下台阶礁坪可分以下两个亚相。

(1) 礁缘浅滩砾石相:地形上略隆起,呈新月形沿礁缘展布,退潮时完全露出水面,无活珊瑚生长。礁缘带原生珊瑚补丁礁(点礁)分布面积约占 25—30%,其直径为 2—3 m,高 0.8 m,以滨珊瑚居多,另有蜂巢珊瑚和盔形珊瑚等。经 ^{14}C 测定,原生滨珊瑚为距今 3830 ± 130 年。砾石覆盖面积占 70%,砾径一般为 5—20 cm,最大为 50 cm,其中陆源砾石占 10—15%,砾径一般为 3—5 cm,部分小于 2 cm,岩性为石英和玄武岩等。砾石表面红藻发育,并有叉珊藻、穿孔贝附着,还有少量喇叭藻、团扇藻生长。

(2) 下礁坪砂砾相:活珊瑚覆盖面积仅为 5%,分布在凹塘积水处,水深 20—30 cm,以盔形珊瑚为主,体积较小,软组织显翠绿色。其它有蜂巢珊瑚、牡丹珊瑚、菊花珊瑚、鹿角珊瑚、滨珊瑚和石芝 (*Fungia*) 等,还有大量软体珊瑚黄集沙群海葵 (*Palythoa stephensoni*) 和少量的新角石藻 (*Neogoniolithon*) 及枝状海绵。下礁坪内侧,底部平铺着大量直径大于 2 m 的原生十字牡丹珊瑚。

砾石以块状为主,含量占 80% 以上(图版 I:1),砾径一般为 5—20 cm,最大 20—30 cm,磨圆度一般,次棱角状居多。向岸方向,砾石含量逐渐减少,砂屑覆盖面积逐渐增大。砂砾屑组分中,仍以珊瑚碎屑为主,陆源碎屑在东北礁区占 4.2% (表 2);在西南礁区

表 2 两个礁区碎屑物质 (4—0.5mm) 组分统计

Tab. 2 Clastic composition (4—0.5mm) in the two reef areas

含量(%) 相带	组分 样品编号	陆源	珊瑚	有孔虫	软体动物	藻类
礁 前 泻湖砂相	BI-4		34.6	3.5	54.6	7.3
	L-1		30.9	3.9	58.5	6.8
原 地 珊瑚礁岩相	BII-1	8.4	54.7	1.1	35.1	0.8
	L-3		66.4		32.0	1.5
下 礁 坪 砂 砾 相	BII-3	4.2	64.0	0.4	30.8	0.7
	L-4	0.3	49.8		50.0	
古 礁 缘 原地珊瑚礁岩相	BII-4	2.2	56.1		41.7	
	L-6		49.9	0.3	48.7	0.9
上 礁 坪 砾 砂 相	BIII-2	2.5	67.5		28.8	1.3
	L-8	0.6	41.8	1.0	55.1	1.3
沿岸水道砂相	BIII-3	12.6	59.6		27.8	
海滩砂相	BIII-4	81.0	9.3	0.4	9.4	
	L-9	78.8	3.9		17.3	
海岸砂堤砂相	L-10	76.6	6.8		16.7	

(< 0.5 mm) 中占 20%。

在下礁内侧发育着一道道的活动砂洲, 平面形态为长条和新月形, 长约 350 m, 宽 70—80 m, 长轴方向为 320° 左右, 基本与海岸垂直。砂体坡角东北向平缓, 粒级较细; 西南向较陡, 粒级较粗。

上礁坪也可分为以下两个亚相。

(1) 古礁缘原地珊瑚礁岩相: 原是岸礁的礁缘, 由于礁体不断向海推进, 使其远离珊瑚生长带达 1 km。本相带在东北岸宽 370 m, 西南岸宽 185 m。东北岸礁原生礁体的覆盖面积占 50—80%; 而西南岸礁占 25—40%。

原生礁体由滨珊瑚、合叶珊瑚、盔形珊瑚和蜂巢珊瑚组成。其直径为 2—3 m, 最大达 3.5 m, 高出底面 60 cm (图版 1:2), ^{14}C 测年为 4407 ± 150 。礁盘表面发育红藻、海绵、牡蛎、藤壶等。礁体之间为砂砾充填, 少数活的盔形珊瑚零星分布。

(2) 上礁体砾砂相: 表面堆积物明显变细, 砂屑含量向岸渐增, 达 70—90%。砂砾中仍以生物砂屑为主 (95% 以上), 夹少量石英与玄武岩砂砾。在西南岸礁中, 软体动物介屑含量较高, 占 55.1%; 陆源碎屑 (< 0.5 mm) 占 64%, 占全样的 60%。砾石一般长为 10—20 cm, 最大 80 cm, 多为蜂巢珊瑚和片状珊瑚断块组成。局部偶见滨珊瑚形成的补丁礁。

4. 海蚀坪-沿岸水道砂相

仅分布在排浦东北岸礁区, 而西南岸礁缺失此相带。海蚀坪由更新世的砂砾岩组成, 成层状分布, 风化面呈黄褐色, 其表层蠕虫孔和贝类占孔发育, 并有大量活牡蛎、藤壶附着生长, 还有叉珊瑚和少量团扇藻、马尾藻。拟刚毛藻和蕨藻呈“田埂”状分布 (图版 1:3), 厚约 40—45 cm, 出露宽度为 300 m, 长度为 5500 m 左右, 岩层产状为 $320 \angle 3^\circ$ 及

140° $\angle$ 1°,中部微凸起成原始沉积背斜状。镜下鉴定为白云质砂砾岩,经X光衍射分析,矿物成分为白云石、石英等。 ^{14}C 测年为距今 $31975\pm 3270^{[2]}$ 。

沿岸水道砂相,位于海滩外侧低洼处,退潮时积水20 cm,低潮时取水样测试,盐度为32.4‰,pH为8.1。该相带为含细砾中粗砂,砂屑占80%,珊瑚砾石占20%。砂屑中陆源碎屑为12.6%。细砾由贝壳、螺壳和珊瑚组成。砂层表面分布腹足类小螺。

5. 海滩砂相

除黑石村外,整个岸礁礁坪与海岸砂堤之间普遍存在海滩砂相。西南岸礁区海滩宽60 m,坡度为4.5°;东北岸礁海滩宽30 m,下部坡度为1°,上部坡度为7°。在B-B'剖面附近有现代海滩岩,出露长4 m,宽1—2 m,厚3—10 cm,向海倾斜,与海滩产状一致。经薄片镜下观察和X光衍射分析,其成分为陆源碎屑和生物碎屑,胶结物为高镁方解石。

海滩砂分选好,呈次圆状,砂屑中陆源岩屑含量高达81%,由石英、玄武岩屑组成。

6. 海岸砂堤砂相

东北礁区海岸大多为堆积型,海岸砂堤高出礁坪6—8 m,部分海蚀陡岸由晚更新世泻湖相砂质白云岩组成^[2](图版1:4)。西南礁区海岸砂堤由粉细砂组成,陆源碎屑含量达76.6%,平均粒径为0.28 mm,局部地区受海蚀破坏而向海坍塌。

三、浑水沉积作用

通过以上沉积相特征的分析,可以清楚地判别其浑水碳酸盐的沉积作用。排浦珊瑚岸礁区具有热带开放性泻湖环境,水温、盐度和水动力条件等,都有利于珊瑚礁的发育。由于受大江河和新英湾泻湖内大量泥沙输入的影响,岸礁区海水透明度仅2—3 m,而一岛之隔的大铲岛向海侧就大于10 m,地表径流注入也相应地减低了海水的盐度。因此,区内现代珊瑚的生长发育受到了一定程度的抑制。这里珊瑚生长带的下限为水下2—3.4 m,活珊瑚覆盖面积为40—60%;大铲岛外侧珊瑚生长下限为水深9 m,生长带(水下1.55—9 m)活珊瑚覆盖面积达40—80%。在海南岛其它礁区生长最繁盛、属种最丰富的鹿角珊瑚,在本区没有得到较好的发育,而一些抗泥沙能力强的丘状、块状珊瑚则得到了较好的发育,形成礁体。另外,研究区内风向以东北为主,加上潮汐作用强烈,落潮流速大于涨潮流速,因此礁区碎屑物质的搬运方向以沿岸流为主,垂直海岸的搬运和堆积为辅。大量悬浮物质被带出礁区以外,区内主要沉积了粗颗粒的推移物质,泥质含量较少,也是造成珊瑚类生物仍能生存并发育成礁的原因之一。

区内沉积物粗屑组分中,岩屑含量变化范围为5—12%,小于0.5 mm的细屑中,岩屑含量平均为40%。碳酸盐含量仍占优势,其中软体动物介屑含量较高,平均约占30%,高出其它礁区,礁坪表面腹足类和瓣鳃类密集生长,这在南海各礁区中也是少见的(表3)。

应予指出,浅水泻湖环境并不是影响珊瑚发育成礁的主要原因,如海南岛东南部新村泻湖是一个封闭性较好的泻湖,那里活珊瑚覆盖面积局部达80%,与正常岸礁的差别,仅在珊瑚属种的组合上不同而已¹⁾。

1) 黄金森等,1975。南海海岸地貌论文集,第2集。

表 3 不同礁区各相带碎屑组分比较(%)

Tab. 3 Comparison of clastic composition in different reef areas (%)

相带 碎屑种类 (%) 礁区地点	礁 岩 相			礁 坪 砂 砾 相			海 滩 砂 相		
	陆源	珊瑚	软体	陆源	珊瑚	软体	陆源	珊瑚	软体
排 浦	8.4	54.7	35.1	5.4	61.8	42.5	78.7	9.3	13.3
鹿 回 头	2.3	58.7	24.5	3.2	76.9	12.6	1.5	73.7	16.9
沙 老	—	48.6	47.9	—	60	32.3	6.7	64.4	22.3
西沙永兴岛	—	90.1	5.8	—	71.5	9.4	—	40.5	17.8

本区沉积环境区别于正常清水沉积环境的另一标志反映在沉积物中有孔虫属种的含量与组合上。排浦岸礁以卷转虫-海南马刺虫 (*Ammonia-Calcarina hainanensis*) 组合出现, 大有孔虫含量不足全群的 10%, 小有孔虫组分比例较高。在近岸水流形成的冲积砂中, 小有孔虫的广盐性种 *Ammonia*, cf. *multicella* 大量出现。海南岛东部、南部岸礁区则以海南马刺虫-斯氏马刺虫 (*C. hainanensis*-*C. spengleri*) 组合出现, 大有孔虫占全群的 60—80%。由此可见, 浑水沉积环境中的岸礁有孔虫组合明显不同于清水环境的岸礁。以上沉积环境的差异, 也决定其沉积作用的不同。

岸礁内东北礁区上, 下台阶高差 50—60 cm, 前后两个边缘相距 890 m, 经 ^{14}C 测年, 时间相隔 600 年, 可见岸礁向海推进的速度是较快的, 这与沉积过程中一定量的陆源碎屑物掺入是分不开的。

研究区面积虽然不大, 却包含三种沉积环境和沉积特征: 既有河流形成的三角洲相, 又有礁相沉积——大铲珊瑚堤礁, 还有介于两者之间典型的浑水碳酸盐沉积相——排浦珊瑚岸礁。三者在平面分布上互相消长, 其标志为陆源碎屑物的含量, 这清楚地反映出沉积环境对沉积物的控制作用。

参 考 文 献

- [1] 王国忠、吕炳全、全松青, 1982. 海南岛更新世白云岩的发现及其形成环境分析. 同济大学学报 4: 18—26.
- [2] 王国忠、吕炳全、全松青, 1984. 海南岛排浦更新世沉积的白云岩化作用. 沉积学报 2(4): 97—110.
- [3] 关士聪、演怀玉、丘东洲, 1980. 中国晚元古代至三迭纪海域沉积环境模式探讨. 石油与天然气地质 1(1): 2—17.
- [4] 范嘉松、李菊英、赵生才, 1979. 论古代海洋碳酸盐沉积环境基本模式. 地质科学 4: 287—301.
- [5] Irwin, M.L., 1965. General theory of epeiric clear water sedimentation. Bull. A.A.P.G. 49(4): 445—459.
- [6] Milliman, J. D., 1974. Marine Carbonates. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg. New York.

THE RECENT CARBONATE SEDIMENTARY FACIES AND SEDIMENTATION OF THE MUDDY WATER IN THE PAIPU FRINGING CORAL REEF, HAINAN ISLAND

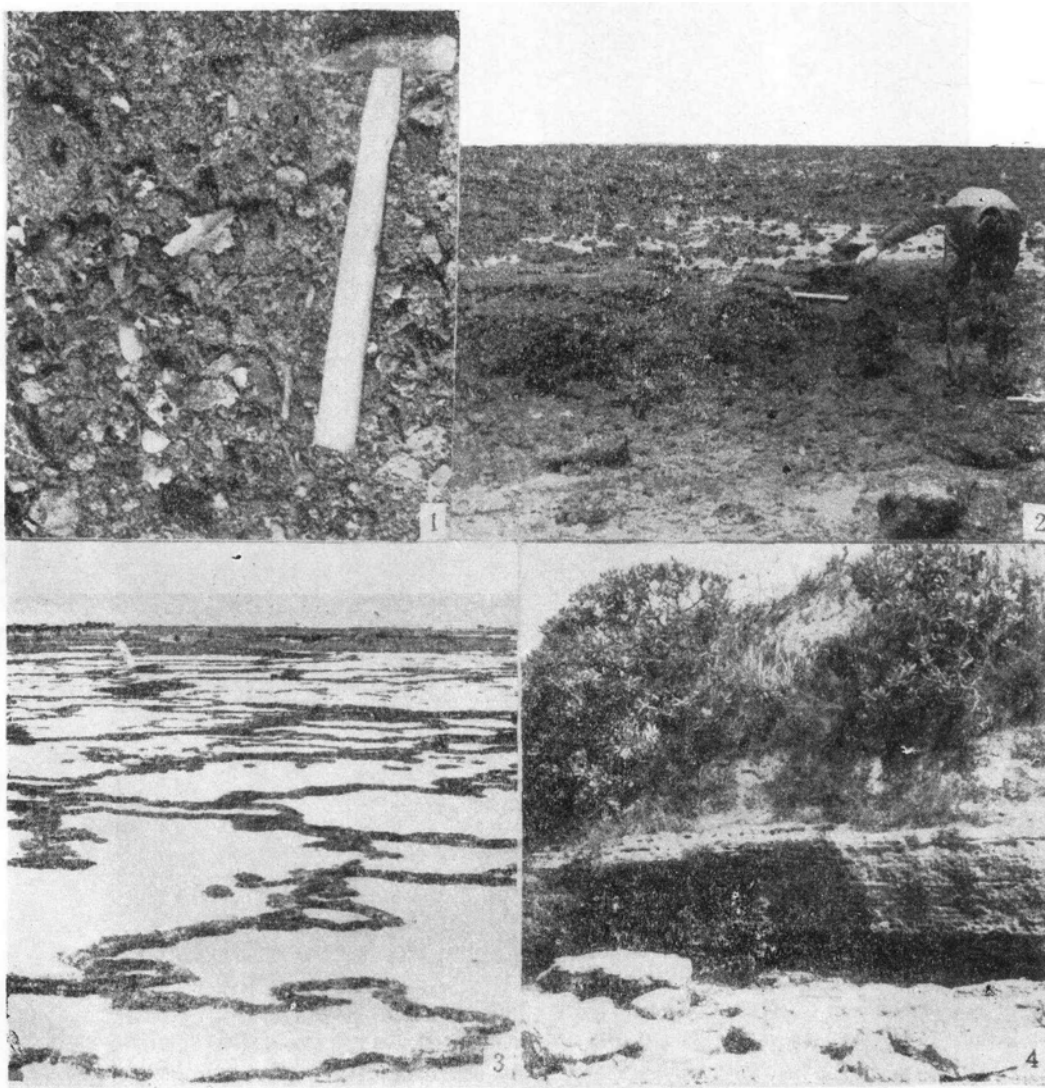
Quan Songqing, Wang Guozhong and Lü Bingquan

(Tongji University, Shanghai)

ABSTRACT

This paper deals with the sedimentation and its characters of muddy water carbonatite containing considerable terrigenous clastics, especially argillo-areaceous in Paipu fringing reef on northwest Hainan island. In this region, the warm, surging and shallow water is suitable to development of coral reef, and a great deal of mud and sand from the erosional coast and rivers are accumulated in the muddy water sedimentary environment, where the transparency of sea water is only 2—3 metres, and terrigenous clastics are as high as 20% on average. According to geomorphology and sedimentary characters, it is divided into several sedimentary facies and described in detail.

In the area, the sediments are of typical delta facies in mouths of rivers and gulf, and of typical coral reef on the southwest Dachan barriers reef toward the sea. The Paipu fringing reef is mainly carbonatite sediments with a considerable terrigenous clastics. Three types are closely controlled by the sedimentary environments.



1.下礁坪生物砾石；2.原生古礁岩；3.更新世海蚀坪.凸起处为生长的海藻；4.海蚀陡崖。