

http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx

西沙群岛砗磲壳体碳、锶同位素研究及其对比

何 勇¹⁾ 杨杰东²⁾

1) 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 730000; 2) 南京大学现代分析中心, 210093

内容提要 本文系统地测定了西沙群岛中双壳类砗磲壳体碳、锶同位素, 结果发现砗磲壳体的碳、锶同位素的生长变化曲线表现出明显的周期性。碳同位素受到砗磲新陈代谢作用的影响, 幼年时期壳体的 $\delta^{13}\text{C}$ 变化幅度小于发育期, 这主要是由于砗磲体内在幼年期能量的消耗大于发育期。通过与其壳体上的生长纹的对比, 碳同位素的周期就是生物年生长周期。锶同位素的周期性主要是由于附近大陆年周期性降雨量的变化所引起的, 它不受生物生长作用的影响。

关键词 双壳类 同位素 新陈代谢 海洋环境 西沙群岛

近些年来人们对珊瑚、双壳类、有孔虫等海洋生物体的骨骼进行了大量的骨骼生长纹、地球化学及同位素地球化学的研究, 综合骨骼的生长纹以及元素、同位素变化的周期性得出了相关的生物体生长以及生活的海洋环境特征, 并产生了一门新的学科——骨骼年代学(Sclerochronology)。最早认识到双壳类壳体中生长周期性结构的存在及其重要性的是Barker(1964), 他将壳体中的这种结构分成5个级别, 各对应不同的时间周期; Jose(1994)发现热带珊瑚骨骼中生长纹中的稳定同位素能够反映厄尔尼诺事件的发生; Jones(1986)根据自己长期对 *Tridacna maxima* 研究认为这种生物的生长周期与其壳体内的稳定同位素密切相关。笔者对采自西沙群岛的海洋双壳类砗磲(*Tridacna squamosa*)进行了碳、锶同位素分析及对比, 以期找出它们的变化对于生物个体的生长以及海洋环境变化的响应。

1 样品简介

本文样品于1983年采自西沙群岛永乐环礁琛航岛(北纬 $16^{\circ}47'$, 东经 $111^{\circ}75'$)附近(图1), 位于我国南海的西北部, 海南岛的东南, 越南的正东。南海终年气温较高, 湿度大, 属于热带海洋性季风气候, 一年分为雨季(5月至10月)和旱季(11月至4月)。在雨季, 降水量大, 光照足, 海水水温高; 而旱季则相反。

样品属于软体动物砗磲科的砗磲种(*Tridac-*

na squamosa), 生活在热带海域的珊瑚礁上。砗磲壳体长、宽、高分别约为 $150\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 50\text{ mm}$, 呈似三角形, 中间凸起, 表面附着了大量的珊瑚残渣。壳体背面呈亮白色, 泛出珍珠光泽; 腹面为乳白色, 无光泽。贝壳有5条明显的放射状肋条, 肋条上分布有翘起的不规则鳞片及密集的平行生长纹; 肋条与肋条之间的肋间沟上也有生长纹并附着黄绿色的与其共生的虫黄藻。

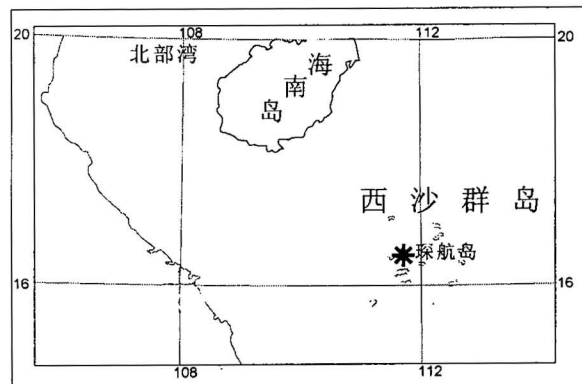


图1 采样点地理位置简图

Fig. 1 Sketch of the sampling area

2 样品制备

将贝壳用清水冲洗若干遍, 除去表面污物; 用小刻刀将样品表面的珊瑚残渣刮去, 加去离子水冲洗, 样品置于通风橱中晾干; 将样品放在5%的稀醋酸

收稿日期: 1999-10-24; 改回日期: 2000-02-20; 责任编辑: 刘淑春。

作者简介: 何勇, 男, 1972生。1995年毕业于南京大学地球科学系, 1998年在南京大学地球科学系获硕士学位。现为中国科学院冰川冻土研究所博士研究生。通讯地址: 730000, 中国科学院兰州冰川冻土研究所冰心室。

中浸泡 20 min,取出用清水反复清洗,除去附着的虫黄藻;再浸泡于去离子水中 4 h,洗去壳体表面残余的醋酸,置于通风橱中加热晾干。

选择最宽的两条肋间沟 M_1 、 M_2 ,用微型钻机(钻头直径为 0.75 mm)在壳体表面沿生长纹取样,测出每条生长纹至喙尖的距离;每条生长纹的样品质量在 10~40 mg 之间。在 M_1 肋间沟内取了 57 条生长纹的样品,在 M_2 肋间沟内取了 45 条生长纹的样品,分别进行碳和锶同位素的分析。

为了确定磷砗磲壳体矿物成分,在砗磲壳体上任意部位钻取约 2 g 粉末进行粉晶 X 射线衍射分析。结果表明样品主要成分为文石,未发生显著的文石向方解石的晶型转变,可以进行同位素的分析。

3 实验方法和结果

3.1 碳同位素

粉末样品经 470°C 真空加热处理 2 h,除去有机

表 1 磷砗磲样品 $\delta^{18}\text{O}$ 及 $\delta^{13}\text{C}$ 分析结果及至喙尖距离

Table 1 Analytical results of $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ in *Tridacna squamosa* and the distance to beak

编号	距离 (mm)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	编号	距离 (mm)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)
XS-1	114.0	-2.16	1.54	XS-30	67.7	—	1.46
XS-2	112.3	-2.16	1.53	XS-31	66.6	-0.71	1.50
XS-3	110.2	-1.93	1.62	XS-32	65.6	-1.49	1.58
XS-4	108.0	-1.71	1.57	XS-33	63.9	-1.68	1.57
XS-5	106.3	-1.63	1.54	XS-34	61.3	-1.81	1.49
XS-6	104.6	—	—	XS-35	59.7	-1.50	1.63
XS-7	103.0	-1.36	1.61	XS-36	57.3	-1.52	1.58
XS-8	101.5	-1.28	1.66	XS-37	55.5	-3.10	1.45
XS-9	99.9	-1.40	1.61	XS-38	54.1	-2.60	1.44
XS-10	98.8	-1.40	1.58	XS-39	52.2	-2.80	1.60
XS-11	97.5	-1.28	1.72	XS-40	51.1	-2.63	1.63
XS-12	96.5	-1.17	1.62	XS-41	49.9	-2.60	1.64
XS-13	95.4	-1.39	1.35	XS-42	48.5	-2.51	1.65
XS-14	93.7	—	—	XS-43	46.5	—	1.62
XS-15	92.0	-1.03	1.48	XS-44	45.2	-2.64	1.62
XS-16	90.2	-1.06	1.55	XS-45	43.5	-2.60	1.66
XS-17	88.5	-1.00	1.59	XS-46	42.1	-2.44	1.64
XS-18	87.1	-0.98	1.66	XS-47	40.8	-2.47	1.66
XS-19	85.6	-1.01	1.59	XS-48	40.0	-2.49	1.66
XS-20	83.2	-0.99	1.61	XS-49	38.9	-2.38	1.68
XS-21	81.8	-1.02	1.71	XS-50	37.8	-2.44	1.64
XS-22	80.2	-1.11	1.73	XS-51	36.5	-2.25	1.67
XS-23	78.8	-1.29	1.69	XS-52	34.4	-2.22	1.69
XS-24	76.8	-1.49	1.58	XS-53	33.2	-2.18	1.71
XS-25	75.2	-1.70	1.58	XS-54	31.6	-2.20	1.68
XS-26	73.7	-1.80	1.55	XS-55	29.9	-2.19	1.66
XS-27	72.2	-1.62	1.65	XS-56	28.5	-2.13	1.70
XS-28	71.0	-1.27	1.49	XS-57	27.4	-1.95	1.79
XS-29	69.3	-1.48	1.47				

注:距离为采样点至喙尖的长度。

碳组分。应用 McCrea 正磷酸法(杨杰东等,1994)使样品在高真空条件下与 100%磷酸进行恒温反应。经充分反应后,将收集起来的 CO_2 气体送入 MAT252 质谱仪进行碳同位素测定。分析参照标准 TTB-1,然后经过计算机处理换算成国际标准 PDB 值,45/44 和 46/44 同位素比值质谱测定精度均优于 0.01‰,分析结果见表 1。

3.2 锶同位素

样品用 1.5 N 的 HCl 溶解,加热蒸干,再用 1.5 N 的 HCl 溶解。Rb、Sr 元素的分离和提取采用一套石英柱,其中充填以 AG50 阳离子交换树脂,淋洗剂为 6 N 和 1.5 N 的 HCl。测试仪器为 VG354 质谱仪,实验室 Sr 的全流程空白为 2 ng,对 NBS987 标准样测定值 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.71034 ± 4 ,详细实验方法见 Yang 等(1997)。所得数据列于表 2。

表 2 磷砗磲样品 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 分析结果及至喙尖距离

Table 2 Analytical results of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in *Tridacna squamosa* and the distance to beak

编号	距离 (mm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	编号	距离 (mm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
H-1	104.9	—	H-24	70.9	0.709226(24)
H-2	103.6	0.709198(31)	H-25	69.5	0.709060(21)
H-3	101.8	0.709165(26)	H-26	67.7	0.709248(22)
H-4	100.0	0.709152(27)	H-27	65.3	0.709166(20)
H-5	98.0	0.709533(29)	H-28	63.9	0.709150(36)
H-6	96.1	0.709230(19)	H-29	62.8	0.709256(34)
H-7	95.1	0.709296(24)	H-30	61.9	0.709091(16)
H-8	94.0	0.709155(24)	H-31	60.0	0.709270(46)
H-9	93.0	0.709210(35)	H-32	58.8	0.709202(36)
H-10	91.5	0.709057(53)	H-33	57.1	0.709176(13)
H-11	90.0	0.709229(28)	H-34	55.0	0.709170(25)
H-12	88.6	0.709109(22)	H-35	53.7	0.709149(18)
H-13	87.2	0.709394(36)	H-36	52.7	0.709138(25)
H-14	86.0	0.709217(17)	H-37	51.1	0.709123(68)
H-15	84.6	0.709672(56)	H-38	49.5	0.709093(20)
H-16	83.3	0.709134(37)	H-39	48.2	0.709175(38)
H-17	81.8	0.709173(33)	H-40	46.0	0.709257(16)
H-18	80.0	0.709298(46)	H-41	44.8	0.709140(21)
H-19	78.8	0.709187(23)	H-42	43.5	0.709312(33)
H-20	77.8	0.709191(32)	H-43	41.9	0.709285(19)
H-21	76.0	0.709198(20)	H-44	40.8	0.709175(23)
H-22	74.6	0.709174(19)	H-45	39.9	0.709142(41)
H-23	73.0	0.709230(20)			

注:标准化值: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71025$,误差: $2\sigma_m$; 距离为采样点至喙尖的长度。

4 讨论

4.1 磷砗磲壳体碳同位素

近几年对珊瑚和砗磲等双壳类的一些研究证实,碳、氧同位素波动的规律性是比较研究碳酸盐骨骼或壳体的生长线更为准确的确定年生长周期的方

法,特别是碳同位素(Jones et al.,1986;Jose et al.,1994)。

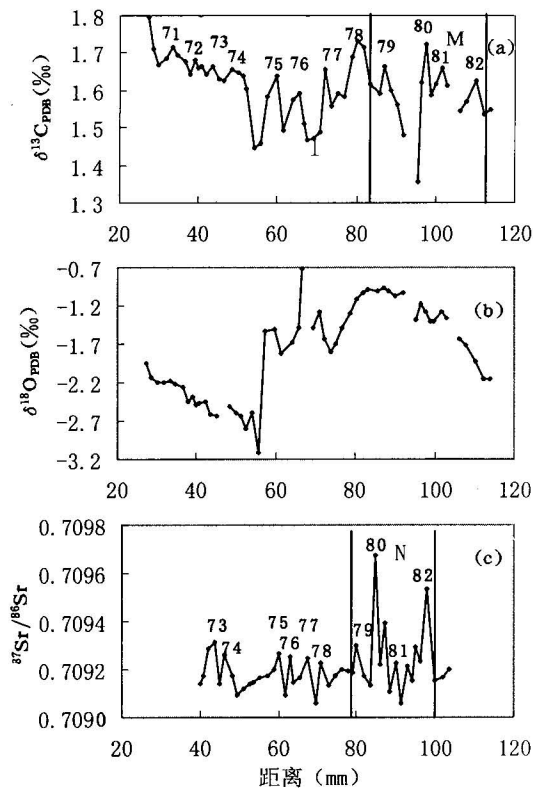


图 2 鳞砗磲壳体碳、氧、锶同位素生长变化曲线
(曲线上的数值代表生长年份)

Fig. 2 Growth curves of C, O and Sr isotope in the shells of *Tridacna squamosa*
(Figures on the curves represent the growth years)

本次测定鳞砗磲 $\delta^{13}\text{C}$ 值生长变化曲线见图 2(a), 变化范围在 $1.35\text{‰} \sim 1.79\text{‰}$ 之间。在被测定的长度 (27.4~114.0 mm) 之内, 呈现出 12 个有规律的峰-谷周期, 表明鳞砗磲至少已生长了 12 年, 由于已知样品的采样年份 (1983), 因此这 12 个周期对应于 1971~1982 年, 其平均生长率为 7.4 mm/a。

Jones (1986) 在对另一个砗磲种 (*Tridacna maxima*) 的研究中首次发现, 碳、氧同位素的变化分为两个明显不同的阶段: 第一是性成熟之前阶段, 其特点是年增长速率快, 同位素变化范围大; 第二是性成熟阶段, 其特点是年增长速率低, 同位素变化范围小。由图 2(a) 可看出, 本次测定的鳞砗磲 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化曲线也可分为两个阶段: 第一阶段 (27.4~52.2 mm) 增长速率慢, 约为 5 mm/a, $\delta^{13}\text{C}$ 值的变化范围小; 第二阶段 (52.2~114.0 mm) 增长速率加快, 约为 10 mm/a, $\delta^{13}\text{C}$ 值的变化范围增大。本次测定的第二阶

段与 Jones 测定的第一阶段的特点类似, 属于性成熟之前的生长发育阶段, 尚未进入性成熟期。笔者的研究首次揭示了在性成熟之前有两个不同的生长期: 第一期可称为幼年期, 年增长速率慢, 同位素变化范围小; 第二期为生长加快的发育期。结合 Jones 的研究可以认为, 砗磲应有 3 个生长期, 即幼年期、发育期和性成熟期。在这 3 个期中, 年增长速率为慢—快—慢, 碳同位素变化范围为小—大—小。

在图 2(a) 中的 52.2 mm 处 (1974~1975 年间), 是砗磲个体从幼年期向发育期的转变时期, $\delta^{13}\text{C}$ 值发生了突变。此转变反映了生物个体长大时体内产生和消耗的能量骤然增加, 在生理上体现其活动性的增大, 从而导致 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化幅度的加大。本次测定结果证实了砗磲壳的碳同位素组成的变化与其自身的生理发育的阶段密切相关, 利用 $\delta^{13}\text{C}$ 的生长变化曲线, 可以确定砗磲个体所处的生长发育阶段。

Jose (1994) 认为, 珊瑚群体中光合作用/呼吸作用 (P/R) 的比值决定了其骨骼内 $\delta^{13}\text{C}$ 值的大小。而对于海洋生物, 呼吸作用的影响小, 光合作用起主要作用。在阳光辐射量大的季节, P/R 值大于 1, 共生藻类的密度加大, 光合作用增强, 使局部的 DIC 池 (dissolved inorganic carbon pool) 中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值上升, 导致珊瑚分泌的骨骼中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值增加; 在阳光辐射量小的季节则反之, 珊瑚分泌的骨骼中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值减少。如此而使珊瑚骨骼在生长过程中 $\delta^{13}\text{C}$ 值产生周期性的变化。鳞砗磲的生活方式与珊瑚类似。西沙群岛的气候在一年中可以分为两季: 雨季和旱季。雨季主要在一年的 4 月至 9 月, 其间温度较高 ($25 \sim 30^\circ\text{C}$), 降水较多, 且光照时间一般达到每年的最大 ($250 \sim 300 \text{ h/月}$); 旱季主要在一年的 10 月至来年的 3 月, 温度较低 ($20 \sim 25^\circ\text{C}$), 降水较少, 光照时间较短。在雨季, 由于光照量大, 鳞砗磲主要进行自养生活 ($P/R > 1$), $\delta^{13}\text{C}$ 值应达到最大; 而在旱季则反之, $\delta^{13}\text{C}$ 值为最小。因此, 在鳞砗磲的 $\delta^{13}\text{C}$ 生长变化曲线上, 峰值对应于每年的雨季, 而谷值对应于每年的旱季。

4.2 鳞砗磲壳体氧同位素

在图 2(b) 上, 氧同位素的生长变化曲线的规律性不如碳同位素, 其变化比较平缓, 但仍存在两个明显不同的阶段: ① 27.4~52.2 mm, $\delta^{18}\text{O}$ 的变化范围为 $-3.10\text{‰} \sim -1.95\text{‰}$, 曲线呈平缓的右向下倾斜, 没有明显的峰谷; ② 52.2~114.0 mm, $\delta^{18}\text{O}$ 的变化范围为 $-2.16\text{‰} \sim -0.71\text{‰}$, 曲线起伏较大, 但

无明显的规律性。

4.3 磷砷磔壳体锶同位素

在现代开放海洋中,由于海水的快速混合,海水锶的同位素比值是比较均一的。据福尔等(1968)的结果,海水 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值为0.7090。海洋生物体内锶同位素的比值也可反映出其生活环境中海水的锶同位素: Koch等(1992)发现现代大马哈鱼脊柱骨截面中心部位样品的锶同位素比值比两侧的要高,其值落在了大陆的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值的范围内。他们由此断定其幼年生活在淡水中,成年生活在海水中,这与大麻哈鱼的生活习性非常一致; Staudigel等(1985)分析了鱼类化石牙齿的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$,发现该值与其生活的海水的值很相似; Schmitz等(1991)则认为现代鱼类骨骼中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值与鱼类生活中的海水盐度有关。本文对砷砷壳体锶同位素的研究就是希望其为生活环境 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的特征。

根据实验结果,笔者发现 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值在0.709057~0.709672之间,其平均值为0.709207,与平均海水的值很接近。在图2(c)中, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的生长变化曲线表现出比较明显的周期性。经过仔细研究,发现其具有10个周期。在距离小于39.9 mm部位,由于生长纹过密无法进行采样,故磷砷砷早期生长无法分析。由于已知了磷砷砷的采样年份(1983),我们可以确定这10个周期所对应的年份,是从1973~1982年,两个异常高值为1980年和1982年。

研究发现,影响海洋锶同位素组成的因素主要有3个:①海洋中分别来源于陆壳和地幔岩石的Sr的比例;②由河流搬运入海洋的陆壳Sr的速率;③海洋碳酸盐Sr的再循环。影响靠近大陆海域海水中的Sr同位素组成的短期波动的重要因素是第②条,即邻近大陆河流排放的高放射成因同位素Sr的量的变化,故磷砷砷壳体锶同位素的生长变化曲线的周期性与其所生活的海洋环境密切相关。由于琛航岛与大陆间的距离仅数百公里,附近海域的海水必然要受到大陆河流排放的影响(主要为海南岛及越南东部大陆)。这些大陆地处热带亚热带地区,其一年的主要降水期在雨季(5~10月)。此时具有较高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值的大陆排放物质进入到附近海洋中,在此期间生长的磷砷砷摄入高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值的海水,导致壳体中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值升高;在旱季(11~4月),降雨减少,进入海洋中的大陆物质相应减少,这时磷砷砷中的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值较低。因此,海水锶同位素一年的变化在磷砷砷壳体中被反映出来,磷砷砷同

位素生长变化曲线的周期就反映了其生活环境中海水的锶同位素的年周期性的变化;峰值对应于雨季,谷值对应于旱季。我们仔细研究了附近大陆区域的降水资料,发现在1980年及1982年海南岛及越南等地的降雨量特别的大,这就引起了磷砷砷壳体锶同位素生长变化曲线上的两个异常高的峰值。

4.4 磷砷砷壳体碳、锶同位素对比

前已述及,由于碳、锶同位素的采样点位于相邻的肋间沟内,为了确切地证明磷砷砷壳体的碳同位素生长变化曲线的周期与锶同位素的周期相对应,我们利用两条明显的通过 M_1 、 M_2 肋间沟的生长纹,将这两条生长纹之间的采样点进行对比。在图2(a)、(c)中分别用两条竖线截取相对应的采样点区间,得到M、N两个区间。在M、N这两个区间内我们发现两条曲线上的周期数都是4个。这就说明了碳同位素与锶同位素生长变化曲线上反映的周期是一致的。碳同位素生长变化曲线上的峰值对应于温度高、光照强的雨季,锶同位素生长变化曲线上峰值对应的是降雨量大的雨季。因此两条曲线峰-峰相对,表现出相同的周期性变化。但是,在锶同位素生长变化曲线上,曲线的波动性强于碳同位素,这说明锶同位素对于环境变化的反应程度要强于碳同位素。因此,在确定锶同位素生长周期时应格外小心,以免产生误差。

而且在锶同位素生长变化曲线上不同于碳同位素,没有出现生长阶段的变化,这可以解释为锶同位素在磷砷砷新陈代谢产物中的含量极低,生物的生长作用几乎不对它产生什么影响。

5 结论

通过以上讨论,可以得出如下结论:

(1)磷砷砷壳体的碳同位素生长变化曲线表现出以年为周期的规律性变化,并呈现出两个生长阶段:幼年期和发育期,它们 $\delta^{13}\text{C}$ 的变化幅度也不同,发育期大于幼年期,这主要是由于生物体在不同阶段其能量消耗的不同所引起的。影响磷砷砷壳体碳同位素变化的主要因素为生物体的新陈代谢作用;而氧同位素曲线则未表现出周期性。

(2)本次研究首次提供了现代双壳类壳体生长纹的锶同位素的测定数据,证明锶同位素也呈现出明显的以年为周期的规律性变化。这表明锶同位素也是确定某些海洋生物壳体年生长周期的良好途径,并对邻近大陆的降雨量、河流排放量有灵敏的反映。

(3)将砗磲壳体中的碳同位素与锶同位素对比,我们发现碳同位素主要受生物体生长作用的影响,而锶同位素主要受外界环境的影响。

陶仙聪高级工程师对本次实验提供了帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

福尔G,鲍威尔 J L. 1968. 锶同位素地质学. 北京:科学出版社,98.
杨杰东,王宗哲. 1994. 新疆柯坪地区早古生代地层的碳、氧、锶同位素. 地质论评,40(4):377~384.

References

Baker D S. 1964. Microtextural variation in pelecypod shells. *Malacologia*, 2: 69~86.
Koch P L, Halliday A N, Walter L M. 1992. Sr isotope composition of hydroxyapatite from recent and fossil salmon: the record of lifetime migration and diagenesis. *Earth and Planetary Science Letters*,

108: 277~287.

Jones D S, Williams D F, Romanek C S. 1986. Life history of symbiont-bearing Giant Clams from stable isotope profiles. *Science*, 231: 46~48.

Jose D C, Michael J R, Henry P S. 1994. Stable isotope geochemistry of corals from Costa Rica as proxy indicator of the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58: 335~351.

Schmitz B, Aberg G, Weedlin L. 1991. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, Na, F, Sr and La in skeletal fish debris as a measure of the paleosalinity of fossil-fish habitats. *Geology Society of American Bulletin*, 103: 786~794.

Staudigel H, Doyle P, Zindler A. 1985. Sr and Nd isotopic systematic in fish teeth. *Earth and Planetary Science Letters*, 76: 45~56.

Yang Jiedong, Wang Zongzhe. 1994. C, O, and Sr isotopes of early Paleozoic strata in the Kalpin area, Xinjiang. *Geological Review*, 40(4):377~384 (in Chinese with English abstract).

Yang Jiedong, Tao Xiangcong, Xue Yaosong. 1997. Nd isotopic variations of Chinese seawater during Mesoproterozoic through Cambrian. *Chem. Geol.*, 135: 127~137.

Study and Correlation of C and Sr Isotope in the Shell of *Tridacna Squamosa* from Xisha Islands

HE Yong¹⁾, YANG Jiedong²⁾

1) Lanzhou Institute Glaciology and Geocryology, Lanzhou, 730000

2) Center of Modern Analysis, Nanjing University, Nanjing, 210093

Abstract

The authors systematically collect sampled from the growth layers in *Tridacna squosama* from the Xisha Islands, and determined the C, O and Sr isotopic compositions, obtained their growth curves of the mollusk. On the basis of the isotope data and the published information the following conclusion can be drawn.

The C and Sr isotopic growth curves appears periodicity and twelve and ten cycles can be found respectively. Affected by the metabolism of the *Tridacna squamosa*, the variation range of $\delta^{13}\text{C}$ in the shell during its developing stage is higher than that in the lava stage. The reason lies in the difference of energy consumption in the different stages. By Comparing with the growth layers in the shell the cycles of $\delta^{13}\text{C}$ are considered to be annual. The value of $\delta^{13}\text{C}$ is controlled by the ratio of photosynthesis to respiration (P/R), the higher ratio of P/R, the higher value of $\delta^{13}\text{C}$ in the shell. But the Oxygen isotope does not show similar periodicity as the carbon isotope.

The Sr isotopic growth periodicity is relates to the annual variation of Sr isotope in the surface layer of seawater. In the rainy season (from May to October) more continent runoff with high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ value flowing into ocean causes the increase of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in the shell of *Tridacna squamosa*; with during the dry season (from November to April) less runoff results in decrease of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ value in the shell. Therefore, the growth curve of Sr can reflect the mollusk's growth, the peaks and valleys in the curves correspond to the rain season and dry seasons respectively, and the curve can give clues of the growth years of the *Tridacna squamosa*.

Key words: mollusk; isotope; metabolism; oceanic environment; Xisha Islands